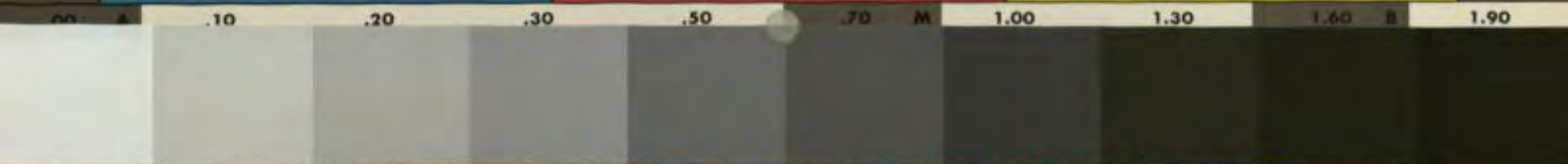




KODAK GRAY SCALE



C	Red-Filter Negative	Cyan Printer	M	Green-Filter Negative	Magenta Printer	Y	Blue-Filter Negative	Yellow Printer
----------	---------------------	--------------	----------	-----------------------	-----------------	----------	----------------------	----------------



black

3-color

white

cyan

violet

magenta

primary red

yellow

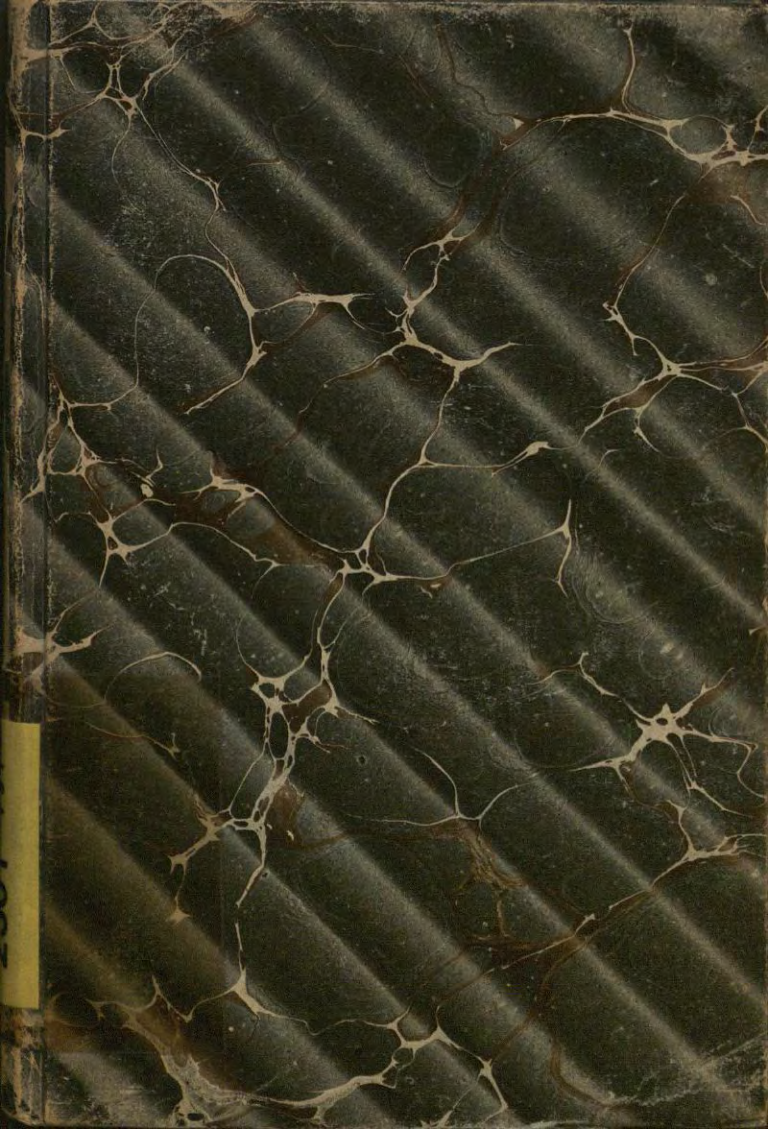
green



KODAK COLOR CONTROL PATCHES



These colors have been selected as representative of those inks commonly used in photomechanical reproduction.



UB Braunschweig

84



2301-791-5

Ueber das

Verhältniss des Brennwerthes

verschiedener

Holz- und Torf-Arten

für

Zimmerheizung und auf dem Kochheerde.

Ein

Hülfsbuch für Alle, denen daran gelegen ist,
ihren Feuerungsbedarf in mindest kostspieliger Weise zu befriedigen,
je nach Verschiedenheit des Zweckes der Verwendung.

Von

Dr. Th. Hartig,

Herzogl. Braunschweigischem Forstrathe,
Professor der Forstwissenschaft am Collegio Carolino.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1 8 5 5.

A n k ü n d i g u n g.

Die Lösung der Frage über den Werth der verschiedenartigen Brennstoffe hat seit Lavoisier vielseitige Bearbeitung gefunden, theils auf dem Wege des physikalischen Experiments, theils auf dem Wege chemischer Analyse. Die gewonnenen Resultate stehen aber mehr oder weniger im Widerspruche mit dem Werthe, den der Consumant aus eigener Erfahrung den Brennstoffen beilegt, und müssen so lange mit diesen Erfahrungen theilweise im Widerspruche stehen, als nicht dieselben Feuerungsapparate, die dem gewerblichen oder häuslichen Verbräuche dienen, auch für den wissenschaftlichen Versuch in Anwendung gebracht werden, in Folge des Einflusses, den die abweichende Construction verschiedener Feuerungsapparate auf die Brennwirkung ein und desselben Brennstoffes ausübt.

Der Verfasser vorliegender Schrift hat seit einer langen Reihe von Jahren den Brennwerth verschiedener Baumtheile von 27 Holz- und von 12 Torf-Arten, auf dem Wege des physikalischen Experiments, im gewöhnlichen eisernen, zugleich als Kochheerd verwendeten Stubenofen, durch eine Reihe sorgfältig ausgeführter Versuche festzustellen gesucht. Die Darlegung dieser Versuche und der gewonnenen Resultate, aus denen ein anderes Werthverhältniss gleicher Gewichtsmengen der untersuchten Brennstoffe für die Verwendung im Stubenofen, ein anderes für die Verwendung im Kochheerde sich ergibt, ist begleitet von Folgerungen auf die Grösse des häuslichen Verbräuches an Feuerungsmaterial der einen oder der anderen Art, auf den damit verbundenen verschiedenen Kostenaufwand, auf die geeignetste Zeit der Fällung, auf die beste Art der Zurichtung des Holzes für den Verbrauch und auf die zweckmässigste Weise der Beschickung des Stubenofens mit Brennstoff, wodurch es dem Verfasser gelungen ist, die Resultate seiner Arbeit der Verwendung im Betriebe der Hauswirthschaft unmittelbar zugänglich zu machen.

Braunschweig, im Juni 1855.

Dr. Theodor Hartig.

Ueber das

Verhältniss des Brennwerthes

verschiedener

Holz- und Torf-Arten

für

Zimmerheizung und auf dem Kochheerde.

Ueber das

Verhältniss des Brennwerthes

verschiedener

Holz- und Torf-Arten

für

Zimmerheizung und auf dem Kochheerde.

Ein

Hülfsbuch für Alle, denen daran gelegen ist,
ihren Feuerungsbedarf in mindest kostspieliger Weise zu befriedigen,
je nach Verschiedenheit des Zweckes der Verwendung.

Von

Dr. Th. Hartig,

Herzogl. Braunschweigischem Forstrathe,
Professor der Forstwissenschaft am Collegio Carolino.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1 8 5 5.



Inhalts - Verzeichniss.

	Seite
1. Einleitung	1
2. Die Versuche und deren Ergebnisse	10
3. Ueber den Verbrauch an Brennstoff bei verschiedenen Gra- den äusserer Luftwärme	52
4. Fingerzeige in Bezug auf zweckmässige Beschickung der Stubenöfen	64
5. Ueber Gewicht und Gewichtveränderungen der wichtigeren Baumhölzer in verschiedenen Jahreszeiten	78
6. Tabellarische Uebersicht der Brennkraft. Versuch I. . .	95
7. Tabellarische Uebersicht der Gewichtveränderungen. II. .	111

Einleitung.

Die von Jahr zu Jahr zunehmende Theuerung der Holzpreise drängt den Consumenten immer mehr zur Befriedigung seines Brennstoffbedarfs durch verschiedenartige Surrogate, unter denen der Torf zur Zeit immer noch die wichtigste Stelle behauptet, nicht allein des mit seiner Verwendung verknüpften geringeren Kostenaufwandes wegen, sondern auch durch seine, wenigstens im nördlichen Deutschland, viel allgemeinere Verbreitung und Zugänglichkeit, so wie in Folge des Umstandes: dass sein Verbrauch in denselben Feuerungsapparaten, die für den Holzverbrauch construirt sind, geschehen kann und geschieht, während Braun- und Steinkohlen eigenthümliche Feuerungsvorrichtungen erheischen.

Die Fragen: welchen Brennwerth besitzen die verschiedenen Torfarten gegenüber den verschiedenen Holzarten? welches sind die, diesen Brennwerthverhältnissen angemessenen Preise? haben daher für jeden Consumenten der bezeichneten Brennstoffe grosse Wichtigkeit, indem ihre Beantwortung allein es ihm möglich macht, zu beurtheilen, ob und in wie weit die bestehenden Markt- oder Taxpreise der verschiedenen Brennstoffe mit ihrem Heiz-

werthe übereinstimmen, welchen Brennstoffen er sich zuzuwenden habe, da wo eine Uebereinstimmung des Preises mit dem Werthe nicht besteht.

Die Erledigung dieser Fragen ist von einer um so grösseren Wichtigkeit, als eine lange Reihe sorgfältig und in der verschiedensten Weise ausgeführter Heizversuche mich überzeugt hat, dass der Brennwerth ein und desselben Feuerungsmaterials kein absoluter sei für alle Zwecke der Verwendung, sondern, abgesehen vom Verbrauch in verschiedenen technischen Gewerben, selbst schon für den gewöhnlichen, häuslichen Bedarf eine Verschiedenheit des Brennwerthes ein und desselben Brennstoffes bestehe, je nachdem derselbe auf Erwärmung der Zimmerluft, oder zum Kochen der Speisen im Kochheerde wirken soll. So nimmt z. B. das Holz der Acacie in Bezug auf seine Kochwirkung unter allen Holz- und Torfarten die erste Rangstufe ein, in Bezug auf seinen Brennwerth zur Erwärmung der Zimmerluft steht es nahe dem Schlusse der Brennstoffreihe. Gerade entgegengesetzt verhält sich das Nadelholz; sehr geringwerthig in Bezug auf Wasserheizung, gebührt ihm in Bezug auf Luftheizung unter allen Brennstoffen der Vorzug, wenn man die Brennwirkung gleich grosser Gewichtsmengen in dieser Beziehung mit einander vergleicht.

Wir besitzen allerdings eine nicht unbeträchtliche Menge von Resultaten angestellter Versuche über den Brennwerth verschiedenartiger Brennstoffe von Lavoisier, Rumford, G. L. Hartig, von Werneck, Péclet, Berthier, Winkler, Karmarsh, Petersen, Schoedler und Brix, allein die grosse Mehrzahl der in dieser Richtung angestellten Versuche hatte mehr den Zweck einer Erforschung absoluter, höchster Heizfähigkeit, als derjenigen Brennwirkung, welche die Verbrennung der verschiedenen Brennstoffe in den üblichen Feuerungsapparaten wirklich gewährt. Zwei verschiedene Wege sind es,

auf welchen man zur Kenntniss der Heizkraft verschiedenartiger Brennstoffe zu gelangen suchte.

Alle älteren Beobachter, bis zu v. Werneck und in neuerer Zeit Karmarsh und Brix, wählten den Weg des physikalischen Experimentes. Liegt auch in der Natur der Wärme die Unmöglichkeit einer Bestimmung der bei der Verbrennung irgend eines Brennstoffs sich entwickelnden Wärmemenge durch Maass oder Gewicht, so lässt sich doch, durch Beobachtung der Wärmewirkung auf andere Körper, bei Verbrennung verschiedener Brennstoffe die grössere oder geringere Wirkung des einen und des anderen auffinden, vergleichen und aus diesem Vergleiche ein numerisches Heizkraftverhältniss entwickeln. Die beiden Körper, deren man sich zu diesen Bestimmungen vorzugsweise bediente, sind das Quecksilber und dessen grössere Ausdehnung unter Einwirkung grösserer Wärme; das Wasser und dessen grösserer Gewichtsverlust durch Verdunstung, in Folge höherer und längere Zeit andauernder Erwärmung. Wenn bei der Verbrennung irgend eines Brennstoffs eine der Wärmewirkung unterworfenen Wassermasse doppelt so grossen Gewichtsverlust durch Verdunstung erleidet, als dieselbe Wassermenge, unter gleichen Verhältnissen der Erwärmung, durch einen anderen unter gleichen Umständen verbrennenden Brennstoff an Gewicht verliert, so darf man daraus schliessen: dass die bei der Verbrennung beider Brennstoffe entbundene Wärme sich wie 2 : 1 verhalte. Verzeichnet man, während der Dauer der unter gleichen Verhältnissen stattfindenden Verbrennung zweier verschiedener Brennstoffe, die Quecksilberausdehnung des Thermometers von fünf Minuten zu fünf Minuten, so lässt sich daraus der mittlere Thermometerstand für die ganze Dauer der Wärmewirkung berechnen. Fände man: dass bei der Verbrennung eines Brennstoffes die mittlere Quecksilberausdehnung = 12 Grade, in einem anderen Falle hingegen = 8 Grade betragen habe, so

würde man daraus folgern dürfen: dass die beiden Brennstoffe unter sich, in Bezug auf die während ihrer Verbrennung entwickelte Wärmemenge, in dem Verhältnisse wie 12 zu 8 oder wie 1 zu $\frac{2}{3}$ stehen. Wählt man nun für eine Reihe mit verschiedenartigen Brennstoffen angestellter Versuche einen und denselben Brennstoff und dessen Heizwirkung als Maass und Einheit für alle übrigen, so erhält man, in den daraus berechneten Verhältnisszahlen, den relativen Brennwerth aller der Untersuchung unterworfenen Brennstoffe, d. h. die Grösse ihrer Brennkraft im Verhältniss zu jener gewählten Einheit.

Für alle jene Versuche, die Heizkraft verschiedener Brennstoffe auf dem Wege des physikalischen Experiments kennen zu lernen, haben sich die Beobachter verschiedenartige, mehr oder minder zweckmässige Feuerungsapparate construirt, die aber sämmtlich darin übereinstimmen: dass sie in ihrer Construction wesentlich von den gebräuchlichen Feuerungsapparaten verschieden sind. Dies muss man als einen ersten, erheblichen Fehler jener Experimente betrachten. Alle unsere Heizapparate für den Gebrauch in der Häuslichkeit oder im Gewerbe sind so gebaut, dass stets ein beträchtlicher Antheil der entbundenen Wärmewirkungslos durch den Schlott entweicht. Es ist dies unvermeidbar zur Herstellung des für die Verbrennung unentbehrlichen Luftzuges, hat aber zur Folge, dass die Heizkraft eines jeden Brennstoffs nicht allein bestimmt wird durch die Menge der entbundenen Wärme, sondern wesentlich auch durch die Art und Weise, wie die Wärme sich entwickelt, ob sie, in Folge lebhafter Verbrennung, rasch zu hohen Temperaturgraden aufsteigt, dann aber auch um so rascher zu niederen Wärmegraden herabsinkt, oder ob sie, in Folge gemässigter oder langsamer Verbrennung, sich auf einen längeren Zeitraum gleichmässiger vertheilt. Ein Brennstoff letzter Art, wenn auch weniger Wärme entbindend als ein anderer lebhaft verbrennender, kann in

unseren Feuerungsapparaten eine grössere Wirkung hervorbringen, als der an sich brennkräftigere, wenn nämlich, in Folge der langsameren und gleichmässigeren Wärmeentbindung, weniger Wärme durch den Schloß wirkungslos verloren geht.

Es ist daher, auch in Bezug auf den Feuerungsapparat, in welchem der Brennstoff für den häuslichen oder gewerblichen Verbrauch zur Verwendung kommen soll, die Brennkraft und das Brennkraftverhältniss verschiedener Heizstoffe ein bedingtes, zu dessen Kenntniss wir nur dadurch gelangen können, dass wir für die Versuche dieselbe Art der Feuerungsapparate verwenden, für welche wir das relative Brennwerthverhältniss verschiedener Brennstoffe zu wissen wünschen. Einen absoluten Brennwerth der Brennstoffe giebt es nicht, es ist derselbe stets ein bedingter, abhängig nicht allein vom besonderen Zwecke der Verwendung, sondern auch von den Eigenthümlichkeiten der Feuerungsapparate, die den besonderen Zwecken dienstbar sind, und nur die Kenntniss jener bedingten Brennwerthverhältnisse ist von wirklich praktischem Nutzen.

Die Apparate, deren sich die älteren Experimentatoren, deren sich Lavoisier, Laplace und Rumford bedienten, entsprechen dieser Forderung am wenigsten. Die Feuerungsapparate G. L. Hartig's und von Werneck's haben wenigstens Aehnlichkeit mit den Feuerungsapparaten der Stube oder der Küche, die sehr geringe Entfernung des Schlottes vom Feuerungsraume, ohne dazwischen liegenden Heizraum, wie ihn der Aufsatz über dem Feuerungsraum unserer Stubenöfen bildet, musste aber bei den Versuchen Letztgenannter einen höchst ungleichen, den Verhältnissen der wirthschaftlichen und gewerblichen Verwendung nicht entsprechenden, und dadurch die Resultate verfälschenden Einfluss ausüben.

Nächst dem ist dann aber auch die Art und Weise, wie G. L. Hartig und von Werneck die Resultate ihrer

Experimente in Rechnung ziehen, in mancher Hinsicht fehlerhaft.

G. L. Hartig (Physikalische Versuche über das Verhältniss der Brennbarkeit der meisten deutschen Waldbaumhölzer, Marburg 1794) notirt den höchsten Hitzgrad, welcher durch die Verbrennung gleich grosser Volumina verschiedenen Holzes im Wasser eines, dem Feuer unmittelbar ausgesetzten, eingemauerten Kessels erzeugt wurde; ferner die Menge des durch die Erwärmung während der Verbrennung verdunsteten Wassers; und endlich den Wärmegrad im Wasser zur Zeit des Erlöschens der Kohlenrückstände, neben dem Zeitraume vom Beginne der Verbrennung bis zum Erlöschen der Kohlen.

Gegen die Verwendung der ersten beiden Versuchsergebnisse zur Beurtheilung der Heizkraft ist nichts einzuwenden. Man darf sagen: dass wenn die Verbrennung in einem Falle im Wasser einen Wärmegrad von 60, in einem anderen Falle nur von 40 hervorrief, wenn in einem Falle 60, in einem anderen Falle 50 Theile Wasser verdunsteten, dass in Bezug auf Erzeugung momentan höchster Hitzgrade der erste Brennstoff zum zweiten sich wie 60 zu 40, dass er hingegen in Bezug auf die Menge der entwickelten Wärme sich wie 60 zu 50 verhalte. Für den Consumenten wird der eine oder der andere Brennwerth entscheidend sein, je nachdem er sich des Materials zur Erzeugung hoher Hitzgrade oder zur Erzeugung möglichst grosser Wärmemengen zu bedienen die Absicht hat, der Durchschnitt aus beiden Heizwirkungen, die Annahme, dass die Heizkraft beider Brennstoffe in obigem Falle sich verhalte wie 60 zu 45, ist in Bezug auf den Consumenten und dessen Bedürfniss entschieden unrichtig. Jene Annahme lässt sich aber rechtfertigen in dem Umstande: dass dem Verkäufer des Brennstoffs die Art der Verwendung, welche der Käufer beabsichtigt, unbekannt ist, und dass, wenn er für die von ihm producirt und zu Markt

gebrachten Brennstoffe Taxpreise feststellen will, die mit der Grösse des Heizwerthes im richtigen Verhältniss stehen, ein anderer Weg als der des Durchschnitts aus den verschiedenen Verwendungswerthen nicht offen steht. Dagegen ist der dritte von G. L. Hartig aus der Zeitdauer der Erwärmung und dem Wärmegrade beim Erlöschen der Kohlen componirte Factor für die Berechnung des Heizwerthes offenbar unrichtig. Schon die Bestimmung des Zeitraumes der Wärmewirkung nach dem Erlöschen des Kohlenrückstandes ist nicht zu billigen, da das Erlöschen der Kohlen von vielen zufälligen nicht zu beherrschenden Umständen abhängig ist, bei durchaus gleichem Brennstoff bald früher, bald später eintritt, je nach Verschiedenheit der Lage und Anhäufung des Kohlenrückstandes sowohl, wie der Asche. Dann aber ist die Zusammenstellung der auf diese Weise bemessenen Zeitdauer der Wärmewirkung mit dem Wärmegrade beim Erlöschen der Kohlen entschieden unrichtig, indem sich daraus gar keine Schlüsse auf die während der Verbrennung entwickelte Wärmemenge ziehen lassen. Hartig folgert, wenn 225 Minuten Hitzdauer, bei 42 Grad Wärme am Schlusse der Hitzdauer, einen Brennwerth von 6 Fl. haben, so ergibt sich für 135 Minuten Hitzdauer und 39 Grad Wärme am Schlusse ein Brennwerth von $3\frac{1}{3}$ Fl. Die Folgerung würde nur dann richtig sein, wenn während des ganzen Verlaufes der Verbrennung die Wärmeentwicklung in jedem Zeitmomente eine verhältnissmässig gleich grössere oder gleich kleinere gewesen, wenn, mit anderen Worten, die Durchschnittszahlen der während der Verbrennung entbundenen Wärmemenge in beiden Fällen sich wie 42 zu 39 verhalten hätten. Das findet nun aber in keinem Falle der Verbrennung statt. Einmal steigt die bei Verbrennung verschiedener Brennstoffe entbundene Wärme zu sehr verschiedenen Höhen und dann variirt der Temperaturgang, graphisch dargestellt, in den mannigfaltigsten Curven.

Noch grösser ist derselbe Fehler bei von Werneck, der den Heizwerth aus der Zeitdauer der Wärmestrahlung einer durch den Brennstoff erhitzten Sandmasse und aus dem höchsten, hierbei beobachteten Thermometerstande berechnet, dabei also ebenfalls die sehr verschiedene Gestalt der Curven im Gange der Wärmeentwicklung ausser Acht lässt. Grösser ist der Fehler bei von Werneck, da hier von zweien Gliedern der Proportion das eine unrichtig ist, bei Hartig zwei Glieder richtig sind und nur das dritte unrichtig ist.

Die Erkenntniss des Mangelhaften in den Resultaten der vorhergegangenen physikalischen Experimente sowohl, wie in der Verwendung der daraus durch Rechnung abgeleiteten Brennwerthverhältnisse mögen die Veranlassung sein, dass man in neuerer Zeit den Weg des physikalischen Experimentes mehr und mehr verlassen und zum chemischen Experimente übergegangen ist, theils auf dem Wege der Elementaranalyse, theils durch Verbrennung in Bleiglätte die zur vollkommenen Verbrennung erforderliche Menge von Sauerstoff ermittelnd und nach deren Grösse die Brennkraft bemessend. Eine ziemlich vollständige Zusammenstellung der auf diesem Wege ermittelten Brennwerthverhältnisse, auch auf Torf, Braun- und Steinkohlen ausgedehnt, giebt das Lehrbuch der chemischen Technologie von Dr. F. Knapp, Abtheilung „Brennstoffe und Heizung“, Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1844. So unbestritten der wissenschaftliche Werth dieser Untersuchungen dasteht, haben die Resultate doch wenig Bedeutung für die Praxis, weil die den Brennwerth modificirenden Verhältnisse, unter denen die Verbrennung in den gewöhnlichen Feuerungsapparaten stattfindet, weil die verschiedene Wirkung momentan höherer oder geringerer Hitzgrade, die verschiedene Zeitdauer der Erwärmung, die verschiedene Vertheilung der entbundenen Wärme in diesem Zeitraume und deren Einfluss auf die Gesamtwirkung

der Verbrennung gänzlich ausser Betracht bleiben, woraus es sich dann auch erklärt: dass die aus dem chemischen Experimente gezogenen Brennwerthverhältnisse von den Erfahrungen und Ansichten der Consumenten über die Brennwirkung verschiedener Brennstoffe so bedeutend abweichend sind.

Dies sind die Gründe, welche mich bestimmten, eine neue Reihe von Brennkraftversuchen auf dem Wege des physikalischen Experimentes durchzuführen, die ich hiermit, nebst den aus ihnen gezogenen Folgerungen und Werthberechnungen, der Oeffentlichkeit übergebe. Man wird das Bestreben nicht verkennen, dasjenige zu vermeiden und zu bessern, was, mir wenigstens, in dem Verfahren meiner Vorgänger mangelhaft erschienen ist, zuerst dadurch: dass ich für die Versuche einen Feuerungsapparat, unseren Stubenofen, erwählte, wie solcher im grösseren Theile Deutschlands vorherrschend ist, dann durch gesonderte Beobachtung der Heizwirkung in Bezug auf die Erwärmung des Inhaltes von Kochgefässen und in Bezug auf Erwärmung der Zimmerluft, ferner durch Verzeichnung des Temperaturganges in kurzen Zwischenräumen während der ganzen Dauer der Wärmeentwicklung, um daraus, sowohl für das Wasser der Kochgefässe als für die Zimmerluft, die durchschnittliche oder mittlere Temperaturerhöhung für jeden einzelnen Versuch auffinden und in Vergleich stellen zu können, endlich durch Vermeidung mancher Fehler in der Berechnung der Werthgrössen.

Erster Abschnitt.

Die Versuche und deren Ergebnisse.

A. Die Versuche.

Um aus den anzustellenden Untersuchungen Resultate zu erhalten, die denen der Verwendung von Brennstoffen in der Hauswirthschaft möglichst entsprechend sind, habe ich mich als Feuerungsapparat eines gewöhnlichen, eisernen Stubenofens bedient, wie solcher nicht allein in Braunschweig, sondern im grösseren Theile Deutschlands vorherrschend gebräuchlich ist. Von einem, einen Fuss hoch über dem Boden auf Backsteinfüssen gestellten, $2\frac{1}{2}$ Fuss langen, $1\frac{1}{2}$ Fuss hohen und $1\frac{1}{4}$ Fuss breiten, aus Gusseisenplatten zusammengesetzten Feuerungskasten, geht ein 9 Fuss langer, 9 Zoll tiefer und 6 Zoll breiter, sechsmal rechtwinklig gebogener Kanal, der Heizraum aus, den in der Mitte dreimal durchbrochenen Aufsatz des Feuerungsraumes bildend, der durch eine Blechröhre mit dem Schlotte in Verbindung gebracht ist. Bis zur dritten rechtwinkligen Biegung besteht auch der Heizraum aus Gusseisenplatten, von da ab ist er aus Backsteinen gebildet, und nur die obere Seite der wagerecht niedergelegten Kanalstücke besteht auch hier aus Eisenplatten. Die obere Fläche des Feuerungskastens lässt sich als ein erster, unterster Kochheerd, die Oberflächen der beiden wagerecht liegenden Theile des kanalförmigen Heizraumes als ein zweiter und dritter Kochheerd betrachten und benutzen.

In einem geschützt liegenden, mit zwei Doppelfenster versehenen Zimmer, bei windstillem Wetter, bei $+ 9$ bis $+ 12$ Graden Temperatur der Zimmerluft und des Ofens, bei einer Temperatur in freier Luft zwischen $+ 6$ und $+ 8$

Graden wurden, nur in den Morgenstunden geeigneter Tage, stets gleiche Gewichtsmengen der zu untersuchenden Brennstoffe verbrannt, und die durch Verbrennung derselben gebildete Wärme gemessen:

1) Dadurch, dass auf jeden der drei Kochheerde ein mit frischem Brunnenwasser von $+ 8^{\circ}$ Wärme gefülltes Blechgefäß, in jedes derselben ein Thermometer gestellt wurde, um den Thermometerstand während der ganzen Dauer der Verbrennung beobachten und von fünf Minuten zu fünf Minuten verzeichnen zu können.

2) Durch genaue Wägung der Wassermenge in jedem der drei Kochgeschirre vor und nach dem Versuche, um aus der grösseren oder geringeren Menge des durch die Erwärmung verdunsteten Wassers auf die grössere oder geringere Brennkraft des Materials Schlüsse ziehen zu können.

3) Durch zwei in die Zimmerluft frei aufgehängte Thermometer, von denen das eine in einer Entfernung von einem, das zweite in einer Entfernung von acht Fussen vom Ofen stets an derselben Stelle verblieb. An diesen beiden, wie an einem dritten vor dem Fenster aufgehängten Thermometer wurde die durch die Verbrennung gesteigerte Luftwärme, ebenso von fünf Minuten zu fünf Minuten, beobachtet und notirt, wie die gesteigerte Wasserwärme in den Kochgefässen.

Eine besondere Sorgfalt habe ich auf die Zubereitung der zu prüfenden Brennstoffe verwendet. Die Holzarten wurden in Scheite von 1 Fuss Länge und 2 — 3 Quadrat-Zoll Querfläche gespalten und nur das geringe Reiser- und Wurzelholz in runden Stücken mit geschlossener Rinde, der Torf aber in seiner Verkaufsform als ganze Sooden verwendet. Das Material, im Winter zubereitet, blieb den ganzen Sommer hindurch, theils bis zum Herbste, theils bis zum nächsten Frühjahre an einem trockenen luftigen Orte aufbewahrt. Auf die Rindeseite gelegt und so ausge-

breitet, dass alle Spaltflächen der Scheite frei verdunsten konnten, erlangte das Holz, wie auch der schon beim Ankaufe trockene Torf, innerhalb dieses Zeitraums denjenigen Grad der Trockenheit, den man „lufttrocken“ nennt, erkennbar darin: dass durch längere Aufbewahrung in freier Luft ein weiter fortschreitender Gewichtsverlust nicht mehr eintritt, dass das Holz bei feuchter Luft etwas schwerer, bei trockener Luft etwas leichter wird. Dickere Scheite bedürfen eines viel längeren Zeitraumes bis zu diesem Grade des Austrocknens.

In diesem lufttrockenen Zustande wurden die verschiedenen Brennstoffe der Verbrennung unterworfen, und stets genau 10 Pfund Lufttrockengewicht für jeden Versuch verwendet. Um nun zu erfahren, wie gross die Masse der verwendeten Brennstoffmenge sei, und daraus den Brennwerth gleich grosser Massentheile berechnen zu können, wurde von dem Material für jeden Versuch ein Scheit oder Stück zurückbehalten, dasselbe lufttrocken gewogen und im Xylometer (nach dem Principe adäquater Spiegelfläche) genau gemessen, daraus dann der cubische Gehalt der 10 Pfunde Lufttrockengewicht berechnet, wie dies die Columnne b der schliesslich mitgetheilten tabellarischen Uebersicht aller Versuchsergebnisse nachweist.

Das zur Bestimmung des Cubikinhaltes der verwendeten 10 Pfunde lufttrockenen Brennstoffes reservirte Stück wurde darauf, 6 — 8 Tage lang, einer Temperatur von 60 Graden ausgesetzt, bis es an Gewicht nichts mehr verlor, dann wurde es abermals gewogen und aus dem Gewichtsverluste der Gehalt an hygroskopischer Feuchtigkeit (für die Nadelhölzer allerdings einschliesslich einer geringen Menge flüchtigen Oeles) ermittelt. Daraus liess sich dann die in den 10 Pfunden Lufttrockengewicht zur Verbrennung gekommene feste Brennstoffmasse berechnen, wie sie die Columnne a der tabellarischen Uebersicht enthält.

Allerdings sind die Zahlen der Columnne a nur unter

der Voraussetzung richtig, dass das dem Dörren unterworfenene reservirte Stück verhältnissmässig eben so viel hygroskopische Feuchtigkeit enthalten habe, als die der Verbrennung unterworfenene Masse von 10 Pfunden Lufttrockengewicht. Was geschehen konnte, um diese Annahme zu rechtfertigen, ist beachtet worden, demungeachtet kann aber in einem oder dem anderen Falle das Versuchsstück im Verhältniss zu seinem Gewicht mehr oder weniger hygroskopische Feuchtigkeit enthalten haben, als die Masse des verbrannten Holzes oder Torfes durchschnittlich enthielt. Solche Fälle mögen die Veranlassung sein, wenn in einigen Versuchen, z. B. Nro. 38, 44, 52, 59 das Gewicht des festen Brennstoffes aussergewöhnlich gering sich berechnet hat.

Abgesehen hiervon und nach Ausscheidung solcher extremer Fälle zeigt aber die Columne a: dass das lufttrockene Material, selbst ein und derselben Holzart, immer noch $\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$ Pfund, beim Lindenholze sogar bis über 3 Pfunde hygroskopische Feuchtigkeit in 10 Pfunden Lufttrockengewicht enthält.

Mit der Verwendung lufttrockenen Materials ist nun allerdings der Umstand verknüpft, dass nicht in allen Versuchen gleiche Gewichtsmengen festen Brennstoffs zur Wirkung gezogen wurden. Wenn ich demungeachtet bei allen Versuchen die Menge des verwendeten Materials nach dessen Lufttrockengewicht gleichstellte, so geschah dies in der Absicht, Resultate zu erzielen, die mit der wirklichen Ofenheizung im Einklange stehen, mit Berücksichtigung des Umstandes: dass in den allermeisten Fällen des häuslichen Verbrauches von Brennmaterial im Ofen oder im Kochheerde, dasselbe höchstens bis zum lufttrockenen Zustande getrocknet ist, die Möglichkeit einer Verwendung gedarrter Brennstoffe zu den seltenen Ausnahmen gehört.

Dann scheint aber auch in der That aus den Resultaten

der nachstehend aufgeführten Versuche hervorzugehen, dass ein grösserer oder geringerer Gehalt des Brennstoffs an hygroskopischer Feuchtigkeit keinen wesentlichen Einfluss auf die Heizkraft des Brennstoffs ausübe. Vergleicht man in der tabellarischen Uebersicht der Versuchsergebnisse, nach Ausscheidung extremer Fälle, die Versuche bei denen grössere Gewichtsmengen, mit denen bei welchen kleinere Gewichtsmengen festen Brennstoffs zur Verwendung kamen, so wird man finden, dass Ersteren keineswegs in einer überwiegenden Zahl von Fällen die höhere, dass Letzteren keineswegs stets die geringere Wirkung zur Seite steht, dass in vielen Fällen sogar das Entgegengesetzte eingetreten ist. Die Versuche Nro. 28 und 29, bei denen volle 10 Pfunde festen gedörrten Brennstoffs verwendet wurden, zeigen sogar eine geringere Wärmewirkung, als die Versuche 18 und 22, bei denen 10 Pfunde Lufttrockengewicht desselben Brennstoffs, also eine geringere Menge fester Masse verbrannt wurden, während Versuch Nro. 21, bei welchem $1\frac{1}{2}$ Pfund Lufttrockengewicht weniger verwendet wurden, auch eine verhältnissmässig geringere Brennwirkung zu erkennen giebt.

Man darf aus diesen Gründen wohl die Vermuthung aussprechen: dass der Gehalt der Brennstoffe an hygroskopischer Feuchtigkeit selbst Brennstoff sei und als solcher bei der Verbrennung wirksam werde, nachdem eine Zerlegung desselben in seine elementaren Bestandtheile durch die vom festen Brennstoffe erzeugte Glühhitze herbeigeführt ist. Dass Letzteres nicht allein möglich, sondern mehr als wahrscheinlich sei, zeigen die Versuchsergebnisse von Bunsen und Fyfe, nach denen Kohlen in der Rothglühhitze und Wasserdampf sich zu freiem Wasserstoff und Kohlenoxydgas zerlegen, in der That also Brennstoff bilden, wenn der Zutritt der Wasserdämpfe zu den glühenden Kohlen so gemässigt ist, dass der für die lebhaftere Verbrennung des festen Brennstoffes nöthige Sauerstoffzutritt

nicht gestört wird. Auf die hiergegen erhobenen Einwendungen komme ich im dritten Abschnitte ausführlicher zurück.

Um eine, die Benutzung der Resultate störende Ungleichheit im Gange der Wärmeentwicklung zu vermeiden, wurden die 10 Pfunde Lufttrockengewicht jedes Versuches zu einer Heizung gleichzeitig in den Feuerungsraum des Ofens geschichtet. Nur bei den leichtesten Torfsorten war die Masse der 10 Pfunde so gross, dass ein einmaliges Nachlegen sich nicht umgehen liess.

B. Die Ergebnisse.

Die am Schlusse dieser Blätter mitgetheilte Tabelle enthält eine Uebersicht aller einzelnen Versuche und der aus den Protocollen für jeden einzelnen Versuch berechneten Versuchsergebnisse. Zur leichteren Uebersicht der Letzteren wird es aber nöthig, die verschiedenen Brennstoffe in grösseren Brennstoffgruppen zusammen zu fassen und die eigenthümlichen Brennwerthverhältnisse derselben in Durchschnittszahlen aus den Werthgrössen aller einzelnen Versuchsergebnisse auszudrücken.

Wie schon aus der Versuchsbeschreibung hervorgeht, habe ich bei jedem einzelnen Experimente die Wirkung der dabei entwickelten Wärme auf das Wasser der Kochgefässe, getrennt von der Wirkung auf Erwärmung der den Feuerungsapparat umgebenden Zimmerluft, beobachtet und dargestellt. Die Columnen c — k der tabellarischen Uebersicht geben die berechneten Werthziffern in Bezug auf Kochwirkung der, entbundenen Wärme, die Columnen l — q hingegen die aus der Heizwirkung berechneten Zahlen.

I. Die Kochwirkung gleich grosser Gewichtsmengen.

1) In Bezug auf Erzeugung höchster Wärme-
grade im Wasser der Kochgefässe.

Die Columnne c der tabellarischen Uebersicht nennt die Grade der Réaumur-Scale, bis zu welchen die Hitze des erwärmten Wassers in jedem einzelnen Versuche gestiegen war. Finden wir hier auch nicht unerhebliche Abweichungen in vielen Einzelfällen, so stellen sich doch die Durchschnittszahlen grösserer Brennstoffgruppen viel näher, wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt.

Rothbuche, Versuche Nro. 1 — 29	67	Grade
Nadelhölzer, Versuche Nro. 76 — 96	66	„
Stechtorfe, Versuche Nro. 107 — 116	66	„
Acacie, Versuche Nro. 30 — 32	65	„
Weiche Laubhölzer, Versuche Nro. 72 — 75 . .	65	„
Mittelharte Laubhölzer, Vers. Nro. 56 — 71 .	65	„
Harte Laubhölzer, Versuche Nro. 34 — 55 .	62	„
Pockholz, Versuch Nro. 33	62	„
Backtorfe, Versuche Nro. 97 — 106	58	„

Das Pockholz (*Guajacum officinale*) habe ich in die Versuchsreihe aufgenommen seines grossen Harzgehaltes und seiner Schwere wegen (70 Pfunde der Braunschweigische, 92 Pfunde der rheinländische Cubikfuss), vorzugsweise um zu erfahren: welchen Einfluss die Beschränkung der Brennstoffmasse auf den kleinsten Raum bei der Verbrennung ausübe. In Bezug auf Erzeugung höchster Hitzgrade hat diese Eigenschaft offenbar nicht günstig gewirkt, da die gleichfalls harzreichen Nadelhölzer, bei dreifach grösserer Masse der gleich grossen Gewichtsmenge, hierin bedeutend mehr geleistet haben.

2) Die Zeitdauer der Wärmewirkung, vom Beginn der Verbrennung bis zur Wiederabkühlung des Wassers auf 24 Grade (Col. d—f).

In der tabellarischen Uebersicht ist die Zeitdauer der Wärmewirkung nicht allein im Ganzen nachgewiesen (Columnne f), sondern auch der Zeitraum bis zum höchsten Wärmegrade (Col. d) getrennt von dem der Wiederabkühlung (Col. e). Den Gang der Letzteren weiter zu notiren und in Rechnung zu ziehen, als bis zu 24 Grad Wassertemperatur hinab, erschien nicht nothwendig, da zur Zeit des Eintrittes dieser Temperatur, gewöhnlich vier Stunden nach dem Anzünden des Brennstoffes, letzterer längst verschwunden, der Ascherückstand bis zur Temperatur des Feuerungsapparates abgekühlt war.

Wenn der Zeitraum vom Anzünden des Brennstoffes bis zum höchsten Wärmegrade im Wasser ein kurzer ist, so deutet dies auf Lebhaftigkeit der Verbrennung, auf ein rasch sich entwickelndes, starkes Flammfeuer; ist der Zeitraum ein längerer, so beweist dies die Trägheit des Brennstoffes in Fortpflanzung der Zündwärme sowohl wie in Entwicklung der Brenngase.

Ist der Zeitraum zwischen dem höchsten Wärmegrade und der Wiederabkühlung auf 24 Grad ein langer, so liegt dies in der längeren Dauer der Kohlengluth des Brennstoffes, die ihrerseits begründet ist, entweder in grösseren Ascherückständen, die den glühenden Brennstoff einhüllen und den freien Zutritt des Sauerstoffes der Luft mässigen, oder in chemischer Verschiedenheit des Brennstoffes und der aus diesem sich entwickelnden Brenngase.

Für die Zeitdauer der Erwärmung bis zum höchsten Wärmegrade (Columnne d) berechnen sich aus der tabellarischen Uebersicht folgende Durchschnittszahlen für die Hauptgruppen der bei den Versuchen angewendeten Brennstoffe:

Für die	Backtorfe	. . . . .	89 Minuten
„ „	Acacie	. . . . .	70 „
„ „	Stechtorfe	. . . . .	68 „
„ „	harten Laubhölzer Nro. 4 — 12	. . . . .	67 „
„ „	Rothbuche	. . . . .	64 „
„ „	Nadelhölzer	. . . . .	60 „
„ „	weichen Laubhölzer	. . . . .	57,5 „
„ „	mittelharten Laubhölzer	. . . . .	56,2 „

Für die Zeitdauer der Erwärmung, vom höchsten Wärmegrade bis zur Wiederabkühlung auf 24 Grade, sind die Durchschnittszahlen folgende:

Für die	Backtorfe	. . . . .	236 Minuten
„ „	Stechtorfe	. . . . .	173 „
„ „	Rothbuche	. . . . .	171 „
„ „	weichen Laubhölzer	. . . . .	159 „
„ „	Acacie	. . . . .	158 „
„ „	mittelharten Laubhölzer	. . . . .	153 „
„ „	harten Laubhölzer Nro. 4 — 12	. . . . .	153 „
„ „	Nadelhölzer	. . . . .	146 „

Die Durchschnittszahlen für die Gesamtdauer der Wärmeeinwirkung vom Beginn der Verbrennung bis zur Wiederabkühlung auf 24 Grade hinab sind:

Für die	Backtorfe	. . . . .	325 Minuten
„ „	Stechtorfe	. . . . .	241 „
„ „	Rothbuche	. . . . .	235 „
„ „	Acacie	. . . . .	228 „
„ „	harten Laubhölzer Nro. 4 — 12	. . . . .	222 „
„ „	weichen Laubhölzer	. . . . .	217 „
„ „	mittelharten Laubhölzer	. . . . .	209 „
„ „	Nadelhölzer	. . . . .	206 „

Es zeichnen sich daher vorzugsweise die Torfe und unter diesen die Backtorfe durch eine viel längere Dauer

der Wärmeentwicklung aus. Diese längere Dauer der Wärmeentwicklung gewinnt dadurch einen bedeutenden und zwar günstigen Einfluss auf die Brennwirkung, dass in allen unseren Feuerungsapparaten, zur Herstellung und Unterhaltung des Zuges, stets eine bedeutende Menge der entwickelten Wärme wirkungslos mit der dem Schlotte entweichenden Luft verloren geht. Je lebhafter und rascher die Verbrennung vor sich geht, um so grösser ist häufig die Menge der wirkungslos entführten Wärme, und daher kann es kommen, dass ein an sich nicht mehr oder sogar weniger Wärme entwickelnder Brennstoff eine grössere summarische Wärmewirkung zeigt, wenn nämlich von ihm aus, durch langsamere Verbrennung, eine grössere Menge der entbundenen Wärme zur Wirkung auf den Feuerungsapparat gelangt, während von einem anderen, an sich brennkräftigeren, aber lebhafter und rascher verbrennenden Materiale eine verhältnissmässig grössere Wärmemenge nutzlos durch den Schlott entweicht.

Es ist einleuchtend, dass auf diese Verbrennungsverhältnisse auch die Art und Construction des Feuerungsapparates von grossem Einflusse ist, dass, je mehr Wärme frei entweichen kann, wie bei der Verbrennung auf offenem Heerde, je stärker der Zug geschlossener Feuerungsapparate, je kürzer das Abzugsrohr desselben innerhalb des zu erwärmenden Raumes, je kleiner die Masse des zunächst erwärmten Feuerungsapparates ist, je rascher diese die empfangene Wärme an die umgebende Luft abgibt, um so nachtheiliger die Eigenschaft lebhafter und rascher Verbrennung, um so vortheilhafter eine längere Zeitdauer der Wärmeentwicklung hervortritt.

Gewiss sind die Unterschiede in der Zeitdauer der Wärmeentwicklung von einem sehr bedeutenden Einfluss auf die Brennwirkung, und da sie sich in verschiedenen Feuerungsapparaten so verschieden gestalten müssen, geben sie vorzugsweise die Erklärung über die so häufig unter-

einander wie von wissenschaftlichen Resultaten abweichender Ansichten der Consumenten über den Brennwerth derselben oder die Brennwerthverhältnisse verschiedener Materialien. Diese Differenz der Ansichten wird noch bedeutend gesteigert durch den Einfluss des Verschlusses und der Umwandlung der zu erheizenden Räume auf Erhaltung oder rascheres Entweichen der vom Feuerungsapparate ausströmenden Wärme. Durch Thüren und Fenster schlecht verschlossene Räume, Zimmer mit dünnem Mauerwerk der Wände, geben die erwärmte Luft rasch nach aussen ab und fordern eine beständige Erneuerung der Wärme vom Feuerungsapparate aus, wie dies die bei uns vorherrschenden eisernen Oefen bewirken, während in einem gut verschlossenen Zimmer mit dickem massiven Mauerwerk ein Fliesen- oder Kachelofen viel bessere Dienste leistet.

3) Die relative Menge der aus dem verwendeten Brennstoffe während der Dauer der Verbrennung entbundenen Wärme lässt sich beurtheilen:

a. Aus der Menge des in den Wasserbehältern verdunsteten Wassers.

b. Aus der mittleren Temperatur des Wassers, während gleich grosser, über die Verbrennung hinaus reichender Zeiträume.

ad a. Die Menge des verdunsteten Wassers ist für jeden einzelnen Versuch in der Columne g in Lothen direct angegeben. Sehen wir, wie sich nach ihr die Durchschnittszahlen der bereits gestellten Hauptgruppen unserer Brennstoffe berechnen.

Für das Pockholz	50,0 Loth
„ „ Acacienholz	47,0 „
„ die Stechtorfe	45,5 „
„ „ Rothbuche	45,0 „
„ „ Backtorfe	43,5 „
„ „ weichen Laubhölzer	41,0 „

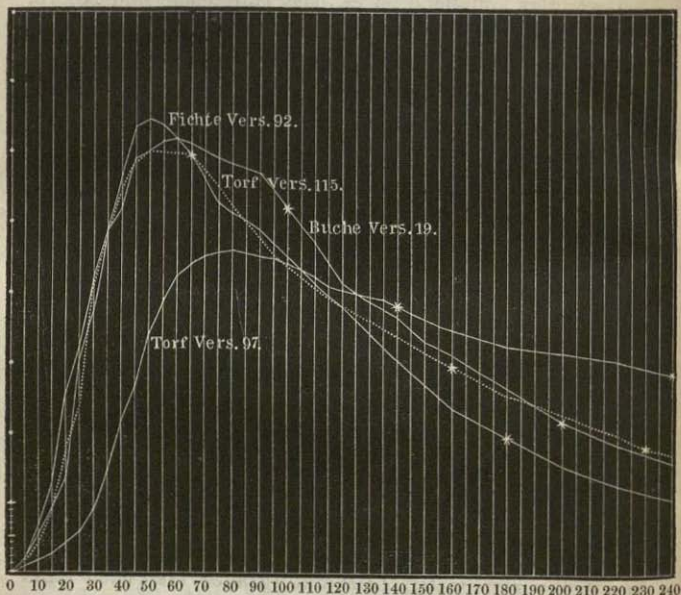
Für die mittelharten Laubhölzer	39,6 Loth
„ „ Nadelhölzer	39,5 „
„ „ harten Laubhölzer Versuch 4 — 12 .	34,5 „

Besonders auffallend ist es, dass Hainbuche und Ahorn, denen nicht allein die wissenschaftlichen Untersuchungen früherer Beobachter, sondern auch die Ansicht der Consumenten einen Heizwerth beilegt, der den der Rothbuche übersteigt, hier nicht mehr als eine Durchschnittszahl von 37,2 ergeben.

ad b. Einleitend habe ich bereits nachgewiesen, dass und warum die von G. L. Hartig und v. Werneck aus der Wärmedauer und aus einem schliesslichen (oder höchsten) Wärmegrade berechneten Verhältnisszahlen der Wärmegrössen unrichtig seien. Will man diese überhaupt kennen lernen, so bleibt kein anderer Weg, als der einer Beobachtung des Temperaturganges während der ganzen Dauer der Verbrennung. Dies habe ich bei jedem einzelnen Versuche der Art ausgeführt, dass die Thermometerhöhe in jedem der drei Wassergefässe von fünf Minuten zu fünf Minuten verzeichnet, ausserdem der Zeitpunkt des Erlöschens der Flamme und der des Erlöschens des stets nur sehr geringen Kohlenrückstandes besonders vermerkt wurde. Aus den verzeichneten Temperaturgraden lässt sich dann die mittlere Temperatur ganz eben so finden, wie der Meteorolog die mittlere Temperatur der Jahre, Monate und Tage aus den vereinzeltten Beobachtungen entweder berechnet oder graphisch darstellt.

In dem auf Seite 22 abgebildeten Holzschnitte sind auf der horizontalen Grundlinie (Abscisse) so viele senkrechte Ordinaten in gleichen Abständen errichtet, als bei den Versuchen Wärmenotirungen in fünf Minuten langen Zwischenräumen stattgefunden haben. Unter jeder Ordinate ist der Zeitabstand zwischen der Notirung und dem Beginn des Versuches von der Linken zur Rechten in

Minuten angegeben. Die linke Seite des Rechtecks zeigt einen Maassstab, welchem die beobachteten Temperaturgrade abgegriffen und auf die entsprechende Ordinate über-



tragen sind. Die Verbindung der dadurch bestimmten Ordinatenlängen vermittelt einer von Endpunkt zu Endpunkt fortlaufenden Linie giebt ein Bild des Temperaturganges bei der Verbrennung, wie solches von zwei verschiedenen Holzarten und zwei verschiedenen Torfsorten in der Abbildung ausgeführt wurde, in welchem der Zeitpunkt des erlöschenden Flammfeuers mit *, der Zeitpunkt des erloschenen Kohlenfeuers mit einem zweiten * angezeigt ist.

Summirt man die Länge aller Ordinaten ein und desselben Versuches, dividirt man in die Gesamtlänge mit

der Ordinatenzahl, so erhält man die durchschnittliche Ordinatenlänge. Diese multiplicirt mit der Abscissenlänge ergiebt die Grösse der Wärmeerzeugung. Da aber Rechtecke von gleicher Grundlinie (Abscisse) sich zu einander verhalten wie ihre Höhen (Ordinate), die Abscisse hier stets von gleicher Länge ist, so findet das Verhältniss der Wärmeentwicklung verschiedener Brennstoffe und Versuche schon in der durchschnittlichen Ordinatenlänge seinen Ausdruck und dieses ist es, das in der Columnen h sich verzeichnet findet.

Als Durchschnittszahlen der Verhältnisse mittlerer Temperaturerhöhung ergiebt sich aus der tabellarischen Uebersicht:

Für die Acacie	27,4	Grade
„ „ Stechtorfe	26,9	„
„ das Pockholz	26,4	„
„ die weichen Laubhölzer	25,7	„
„ „ Rothbuche	24,8	„
„ „ mittelharten Laubhölzer	24,5	„
„ „ Backtorfe	24,4	„
„ „ Nadelhölzer	24,3	„
„ „ harten Laubhölzer Nro. 4 — 12	20,8	„

Da sowohl durch die Wasserverdunstung wie durch die durchschnittliche Ordinatenlänge ein und derselbe Effect der Verbrennung, die relative Menge der entbundenen Wärme ausgedrückt werden soll, ist es zulässig, den Durchschnitt aus den Verhältnisszahlen beider als Brennwerthbezeichnung in dieser Hinsicht zu verwenden. Dieser ist:

	1) Wasser- verdunstung	2) Mittlere Wärme	im Mittel
Für Pockholz	50	26,4	38,2
„ Acacie	47,0	27,4	37,2
„ Stechtorfe	45,4	26,9	36,1
„ Rothbuche	45,0	24,8	34,9
„ Backtorfe	43,5	24,4	33,9

	1) Wasser- verdunstung	2) Mittlere Wärme	im Mittel
Für weiche Laubhölzer . .	41,0	25,7	33,3
„ mittelharte Laubhölzer	39,6	24,5	32,1
„ Nadelhölzer	39,5	24,3	31,4
„ harte Laubh. (4—11)	34,5	20,8	27,7

Da, wie wir gesehen haben, bei Verwendung gleicher Gewichtsmengen lufttrockenen Holzes wesentliche Differenzen der zur Untersuchung gezogenen Brennstoffe in Bezug auf Erzeugung höchster Wärmegrade nicht hervortreten, so sind, für den vorliegenden Zweck (Kochheerd), die vorstehenden Brennwerthverhältnisse entscheidend. Setzt man den Durchschnitts-Brennwerth des Rothbuchenholzes = 1, so ergeben sich für die übrigen Brennstoff-Gruppen folgende Werthgrößen:

	1) aus der Was- serverdunstung	2) aus der mitt- leren Wärme	3) im Durch- schnitt aus beiden
Für das Pockholz .	$\frac{50,0}{45,0} = 1,11$	$\frac{26,4}{24,8} = 1,07$	$\frac{38,2}{34,9} = 1,09$
„ das Acacienholz	$\frac{47,0}{45,0} = 1,04$	$\frac{27,4}{24,8} = 1,15$	$\frac{37,2}{34,9} = 1,09$
„ die Stechtorfe .	$\frac{45,4}{45,0} = 1,01$	$\frac{26,9}{24,8} = 1,09$	$\frac{36,1}{34,9} = 1,04$
„ „ Rothbuche .	$\frac{45,0}{45,0} = 1,00$	$\frac{24,8}{24,8} = 1,00$	$\frac{34,9}{34,9} = 1,00$
„ „ Backtorfe . .	$\frac{43,5}{45,0} = 0,97$	$\frac{24,4}{34,8} = 0,98$	$\frac{33,9}{34,9} = 0,97$
„ „ weichen Laubhölzer	$\frac{41,0}{45,0} = 0,91$	$\frac{25,7}{24,8} = 1,03$	$\frac{33,3}{34,9} = 0,95$
„ „ mittelharten Laubhölzer	$\frac{39,6}{45,0} = 0,88$	$\frac{24,5}{24,8} = 0,99$	$\frac{32,1}{34,9} = 0,92$
„ „ Nadelhölzer.	$\frac{39,5}{45,0} = 0,88$	$\frac{24,3}{24,8} = 0,98$	$\frac{31,4}{34,9} = 0,90$
„ „ harten Laub- hölzer (4—11)	$\frac{34,5}{45,0} = 0,77$	$\frac{20,8}{24,8} = 0,86$	$\frac{27,7}{34,9} = 0,80$

Wir entnehmen hieraus: dass die Brennwerthe gleicher Gewichtsmengen, aus der Wasserverdunstung berech-

net, keineswegs denen gleichstehen, die aus der mittleren Temperaturerhöhung hervorgingen, dass die Extreme der Brennwirkung, nach der Wasserverdunstung bemessen, viel weiter auseinanderstehen, als die, welche aus der Mitteltemperatur hervorgegangen sind. Dies wird noch auffallender, wenn man die Resultate der älteren G. L. Hartig und v. Werneck'schen Untersuchungen zur Correction herbeizieht. Nach diesen hat das Acacienholz keineswegs den hohen, das Holz der Hainbuche, des Ahorn und der Esche keineswegs den geringen Brennwerth der aus meinen Versuchen sich herstellt (vergl. die nachfolgende Uebersicht), sondern es ergeben dieselben, auf die Brennwirkung gleicher Gewichtsmengen berechnet, einen dem des Rothbuchenholzes ziemlich gleich stehenden Brennwerth. Da nun die Ansichten der Consumenten mit den Resultaten jener früheren Beobachter in Bezug auf den Brennwerth dieser Holzarten recht gut übereinstimmen, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass die abweichenden Resultate meiner, über diese Holzarten wenig zahlreichen, Versuche auf Zufälligkeiten und auf besonderen Eigenschaften des verwendeten Materials beruhen, vorausgesetzt, dass die herrschende Ansicht der Consumenten über den Brennwerth jener Hölzer eine selbstständig entstandene ist, nicht, wie leicht möglich, aus jenen älteren Versuchsergebnissen sich bildete, da dieselben ganz allgemein die Grundlage unserer Holztaxen sind.

Corrigirt man jene Extreme der Brennwirkung von 1,09 und 0,86 nach den älteren Versuchsergebnissen in die Brennwirkung des Rothbuchenholzes = 1,00, dann sind die Unterschiede, mit Ausschluss der Stechtorfe, so gering, dass es wohl gerechtfertigt erscheint, wenigstens für alle Holzarten eine gleiche Brennwirkung gleicher Gewichtsmengen luftgetrockneten Materials anzunehmen. Bestätigt sich hiergegen die Richtigkeit der von mir erlangten Resultate, dann wird man genöthigt sein, eine spezifische

Brennwerthverschiedenheit auch gleicher Gewichtsmengen verschiedenen Holzes anzunehmen, um so mehr, da jene Verschiedenheit in der Grösse der Wasserverdunstung noch viel schärfer hervortritt.

Worin es liege, dass die aus der Wasserverdunstung berechneten Brennwerthe nicht im Verhältniss stehen zur mittleren Ordinatenlänge des Temperaturganges, vermag ich aus den Versuchen selbst nicht zu erkennen. Der Gedanke liegt nahe, dass hierbei entweder die Verschiedenheit höchster Erwärmung, oder die verschiedene Zeitdauer derselben, oder die ungleiche Vertheilung der Wärme in dem Zeitraume der Verbrennung wirksam auftrete. Wir haben aber gesehen, dass in den Durchschnittszahlen der einzelnen Brennstoffgruppen ein Unterschied in Bezug auf höchste Wärmegrade nicht bestehe, und der Vergleich jener Brennwerthverschiedenheiten mit den für die Zeitdauer der Erwärmung berechneten Durchschnittszahlen ergiebt eine durchaus abweichende Rangfolge der Brennstoffe, sowohl im Ganzen als in Bezug auf die Vertheilung der Wärme vor und nach dem höchsten Wärmegrade.

Vergleicht man die auf vorstehende Weise berechneten Durchschnittszahlen für die Brennwerthe grösserer Brennstoffgruppen mit den, in den Columnen g und h der tabellarischen Uebersicht verzeichneten Ergebnissen jedes einzelnen Versuches, so wird man finden, dass in letzteren die Unterschiede bei Weitem nicht so scharf hervortreten, als in den Durchschnittszahlen. Fast in allen zahlreicheren Gruppen steigen einzelne Maxima auf nahe gleiche Höhe, sinken einzelne Minima auf nahe gleiche Tiefe, ein Umstand, der darauf hindeutet, dass ausser den Eigenthümlichkeiten, welche den Brennwerth der Brennstoffspecies begründen, in jeder Brennstoffart auch noch individuelle Ursachen verschiedenen Brennwerthes bestehen, auf deren Existenz, Ursache und Wirkung ich in meinem Lehrbuche der Forstbotanik mehrfach hingewiesen habe. —

Dass diese individuellen Unterschiede in höherem Grade bei den Holzarten als bei den Torfen hervortreten, spricht für diese Ansicht, da nur bei ersteren der Begriff individuellen Ursprungs grösserer Brennstoffmassen besteht.

Eine Reihe von Versuchen über die Kochwirkung gleich grosser Gewichtsmengen verschiedener Holz- und Torfarten, Braun- und Steinkohlen wurde in neuester Zeit, von Dr. G. W. Brix, auf Veranlassung des preussischen Gewerbevereins ausgeführt. Die gestellte Aufgabe beschränkte sich auf Ermittlung der nutzbaren Heizwirkung verschiedener Brennstoffe in Bezug auf Wasserverdunstung zur Dampfbildung, und nur diese ist es, welche gemessen wurde und als Maassstab für die Brennwerthe diente. Für die Versuche wurde in Berlin ein besonderer, sehr vollkommen construirter Feuerungsapparat zur Erzeugung von Kesseldämpfen erbaut, um bei jedem einzelnen Versuche bedeutende Brennstoffmengen, 600—1200 Pfunde, in mehreren aufeinanderfolgenden Heizungen zu verwenden, und dadurch die, das Versuchs-Resultat immerhin störenden, Einflüsse des Anheizens und Abkühlens auf ein Minimum zurückführen zu können.

Die erzielten Resultate sind mit grosser Genauigkeit und Sorgfalt gesammelt, mit Umsicht und wissenschaftlicher Schärfe verarbeitet. Leider ist es bei Verwendung so grosser Brennstoffmengen für jeden Versuch unmöglich, eine genaue Kenntniss der Verhältnisse des Gewichts zum Volumen sowohl, wie des wirklichen Wassergehaltes derselben zu erwirken, und mussten hierfür Durchschnittszahlen aus Ermittlungen an verhältnissmässig sehr kleinen Brennstoffmengen genügen, deren Verwendung auf den Einzelfall und auf die Gesamtmasse hier und da allerdings nicht unerhebliche Irrthümer im Gefolge gehabt haben kann.

Zum Vergleiche mit den Resultaten meiner Untersuchungen gebe ich nachstehend die Endresultate der Brix-

schen Versuche, veröffentlicht in einer besonderen Schrift: Untersuchungen über die Heizkraft der wichtigeren Brennstoffe des preussischen Staates, Berlin 1853, Ernst und Korn.

Ein Pfund des verwendeten Brennstoffs verwandelten x Pfunde Wasser von 0° R. in Dampf von 90° R.

			Das 80jährige Rothbuchen- holz als Ein- heit genommen, berechnen sich folgende Brenn- werthverhält- nisse nach den Brix'schen Versuchen:	Aus der tabel- larischen Uebersicht meiner Versuche ent- nommen, sind die Brennwerth- verhältnisse:
1) Steinkohlen. Der Cubik- fuss Braunschw. durchschnitt- lich 40 Pfd. schwer mit durch- schnittl. 3 % Wassergehalt				
2 — 12 % Aschegehalt	x = 7,50	2,14	—	
2) Altes, harzreiches (300-jähri- ges ??), gesund. Kiefern Scheit- holz. Der Cubikf. Br. 28 Pfd. mit 16 % Wassergehalt				
0,6 % Aschegehalt	x = 4,13	1,18	56/48 = 1,17	(Vers. 82)
3) Perleberger Braunkohle, der Br. Cubikfuss 29 Pfd.				
24 % Wassergehalt				
3,6 % Aschegehalt	x = 3,96	1,13	—	
4) Böhmisches Braunkohle, der Br. Cubikfuss 32 Pfd.				
29 % Wassergehalt				
12 % Aschegehalt	x = 3,87	1,11	—	
5) Erlen-Scheitholz, 35 — 40- jährig. Der Br. Cubikf. 26 Pfd.				
15 % Wassergehalt				
0,9 % Aschegehalt	x = 3,84	1,10	51/48 = 1,06	(Vers. 64)
6) Birken-Scheitholz, 35 — 40- jährig. Der Br. Cubikf. 35 Pfd.				
12 % Wassergehalt				
1 % Aschegehalt	x = 3,72	1,06	51/48 = 1,06	(Vers. 61)

				Das 80jährige Rothbuchen- holz als Ein- heitgenommen, berechnen sich folgende Brenn- werthverhält- nisse nach den Brix'schen Versuchen :	Aus der tabel- larischen Uebersicht meiner Versuche ent- nommen, sind die Brennwerth- verhältnisse:
7) Kiefern-Scheitholz, 45—50- jähr., mit breiten Jahresringen Ackerholz. Der Braunsch. Cubikfuss 30 Pfund.	16 0/0 Wassergehalt	Pfund			
	0,6 0/0 Aschegehalt . . x = 3,69	1,05	$\frac{43}{48} = 0,90$		
8) Dasselbe Holz mit 20 0/0 Wassergehalt x = 3,62	1,03	—	(Vers. 86)		
9) Hainbuchen 100jähr. Scheit- holz. Der Br. Cubikf. 40 Pfd.	14 0/0 Wassergehalt				
	1,5 0/0 Aschegehalt . . x = 3,62	1,03	$\frac{37}{48} = 0,80$		
10) Eichen Scheitholz, 300jähr., gesund. Der Br. Cubikf. 33 Pfd.			(Vers. 40)		
	19 0/0 Wassergehalt				
	1,6 0/0 Aschegehalt . . x = 3,54	1,01	$\frac{45}{48} = 0,94$		
11) Rothbuchen-Scheitholz, 80- jähr. Der Br. Cubikf. 31 Pfd.			(Vers. 50)		
	15 0/0 Wassergehalt				
	1,4 0/0 Aschegehalt . . x = 3,50	1,00	$\frac{48}{48} = 1,00$		
12) Rothbuchen - Scheitholz, 150jähr. Der Br. Cubf. 34 Pfd.			(Vers. 14)		
	22 0/0 Wassergehalt				
	1,4 0/0 Aschegehalt . . x = 3,39	0,97	$\frac{45}{48} = 0,95$		
13) Stechtorf von Linum. Der Br. Cubikfuss 34 Pfd.			(V. 1 — 9)		
	27 0/0 Wassergehalt				
	6 — 8 0/0 Aschegehalt . . x = 3,44	0,98	$\frac{46}{48} = 0,96$		
14) Desgl. d. Br. Cubikf. 18 Pfd.			(V. 107 - 112)		
	24 0/0 Wassergehalt				
	6 — 8 0/0 Aschegehalt . . x = 3,39	0,97	„		
15) Desgl. d. Br. Cubikf. 22 Pfd.					
	30 0/0 Wassergehalt				
	6 — 8 0/0 Aschegehalt . . x = 3,14	0,90	„		

Das 80jährige Rothbuchenholz als Einheit genommen, berechnen sich folgende Brennwerthverhältnisse nach den Brix'schen Versuchen: Aus der tabellarischen Uebersicht meiner Versuche entnommen, sind die Brennwerthverhältnisse:

16) Desgl. d. Br. Cubikf. 36 Pfd.

32 0/0 Wassergehalt Pfund

6 — 8 0/0 Aschegehalt . . $x = 3,02$ 0,86 $\frac{46}{48} = 0,96$

17) Desgl. d. Br. Cubikf. 27 Pfd.

38 0/0 Wassergehalt

6 — 8 0/0 Aschegehalt . . $x = 2,81$ 0,80 „

18) Frankfurter u. Nauen'sche

Braunkohle. Der Cubikfuss

Braunschw. 30 Pfund

40 0/0 Wassergehalt

3 — 5 0/0 Aschegehalt . . $x = 2,36$ 0,67

Bemerken muss ich hierzu:

1) Dass die Data für vorstehende Zusammenstellung der Brix'schen Versuche nicht der, Seite 38 des Werkes gegebenen Uebersicht, sondern den Einzeltabellen unmittelbar entnommen wurden, um den daselbst berechneten, wirklichen (?) Wassergehalt in Ansatz bringen zu können.

2) Dass ich für die Richtigkeit der Angaben des Gewichtes pr. Cubikf. überall nicht eintreten kann, da ich sie in mehreren Fällen aus dem Gewicht der Klafter berechnen, hierbei aber den Massengehalt letzterer nach allgemeinen Erfahrungssätzen in Rechnung ziehen musste, da specielle, auf das verwendete Material selbst bezügliche Angaben fehlen.

3) Während ich den vorhergehenden Vergleichsberechnungen die Wasserverdunstung des 120 — 150jährigen Rothbuchenscheitholzes (Versuch 1 — 9), = 45 Loth durchschnittlich, als Einheit zum Grunde legte, um Vergleiche mit den Versuchsergebnissen G. L. Hartig's und v. Werneck's ziehen zu können, da diese die Brenn-

wirkung des 120jährigen Rothbuchenholzes als Einheit ihren Berechnungen zum Grunde legten, liess sich dies bei dem Vergleiche meiner Versuchsergebnisse mit den Brix'schen nicht durchführen, da dessen 150jähriges Rothbuchenholz mit einem grösseren als dem hygroskopischen Feuchtigkeitsgehalte (22%) zur Verwendung gezogen wurde. Ich war daher genöthigt, das 80jährige Rothbuchenholz der Brix'schen Versuche (15% Wassergehalt) als Vergleichseinheit dem 80jährigen Rothbuchenholze meines Versuches Nro. 15 (s. die tabellarische Uebersicht) mit 17% Wassergehalt als Vergleichseinheit gegenüberzustellen. Daher sind die im unmittelbar Vorhergehenden berechneten Brennwerthverhältnisse nur in sich richtig und dürfen ohne Weiteres nicht zusammengestellt werden mit den vorhergehenden und nachfolgenden Brennwerthverhältnisszahlen, denen eine andere Vergleichseinheit zum Grunde liegt.

4) Dem 45 — 50jährigen Kiefern-Scheitholz der Brix'schen Versuche, im freien Stande auf früheren Ackergrundstücken erwachsen, habe ich keinen entsprechenden Versuch gegenüberzustellen, und musste zu diesem Zwecke den Versuch mit Kiefernholz 120jähriger Bäume, aus 40 Fuss Höhe entnommen, also ungefähr von 45- bis 50jährigem Alter verwenden. Höchst auffallend ist jeden Falles die hohe Brennwirkung dieses Ackerholzes, von welchem Brix ausdrücklich sagt: dass es mit sehr breiten Jahresringen erwachsen sei.

Ueberblicken wir nun, in der vorstehenden Gegenüberstellung der Brennwerthverhältnisszahlen aus den Brix'schen und aus meinen Versuchen, die aus der Vergleichseinheit (in beiden Fällen 80jähriges Rothbuchenholz mit 15 resp. 17% Wassergehalt) berechneten Brennwerthziffern, so ergibt sich eine recht gute Uebereinstimmung der erlangten Resultate in den Positionen 2, 6, 11 — 14. Wenn die Positionen 15 — 17 einen geringeren Brennwerth auf Seite der Brix'schen Versuchsergebnisse zeigen,

so liegt die Ursache offenbar in dem grossen, die hygroskopische Feuchtigkeit weit übersteigenden Wassergehalte des verwendeten Torfes. Denn, wenn die Brix'schen eben so wie meine Versuche darthun: dass innerhalb der Gränzen hygroskopischen Feuchtigkeitsgehaltes ein Plus oder Minus an Wassergehalt die Brennkraft nicht verändere, ist es mir andererseits doch nicht zweifelhaft, dass jeder Ueberschuss an Feuchtigkeit die Heizkraft veringernd wirke.

In Bezug auf die Heizkraft des Hainbuchenholzes (Position 9) spricht nicht allein das allgemeine Urtheil der Consumenten, sondern auch die Versuchsergebnisse G. L. Hartig's und v. Werneck's zu Gunsten der Brix'schen Werthziffer, und müssen ganz eigenthümliche, mir durchaus unerklärbare Umstände der Thatsache zum Grunde gelegen haben, dass dies Holz nicht allein bei den speciellen Einzelversuchen, wie sie in der tabellarischen Uebersicht mitgetheilt sind, sondern auch in einer zweiten, weiterhin mitgetheilten Versuchsreihe fortgesetzter Zimmerheizung, viel geringere Werthgrössen ergab.

Was hingegen den Brennwerth des 45 — 50jährigen Erlen- und Kiefern-Scheitholzes und den des 300jährigen Eichen-Scheitholzes betrifft, deren Brennwerth nach den Brix'schen Versuchen, bei nicht bedeutenden Gewichts-differenzen gleicher Massentheile, über dem Brennwerthe des 80jährigen Rothbuchen-Scheitholzes steht, so sprechen sowohl die Ansichten der Consumenten wie die Resultate der früheren Versuche von G. L. Hartig und v. Werneck entschieden zu Gunsten der von mir erlangten weit geringeren Brennwerthverhältnisszahlen.

Dass die von Brix auch für diese Brennstoffe erhaltenen Werthziffern richtig seien, ist nicht entfernt zu bezweifeln. Sie werden aber nur richtig sein für den von ihm gewählten immerhin nicht gewöhnlichen Feuerungsapparat und für gleiche Verhältnisse des Consums. Wenn

sie für gewisse Brennstoffe mit den Werthgrössen nicht zusammenfallen, welche sich aus dem Verbräuche in Stubenöfen oder in anderen Feuerungsapparaten ergeben, während für andere Brennstoffe eine gute Uebereinstimmung sich herausstellt, so kann die Ursache der Abweichung nur darin liegen, dass in dem gewählten Feuerungsapparate für die Verbrennung jener Stoffe ungewöhnliche, ihre Heizwirkung mehr als die der anderen Brennstoffe begünstigende Verhältnisse wirksam gewesen sind.

II. Die Kochwirkung gleicher Massegrössen.

Alle die bis daher entwickelten Brennwerthverhältnisse beziehen sich auf die Leistung gleicher Gewichtsmengen der verschiedenen Brennstoffe. Es ist deren Kenntniss jedoch mehr von wissenschaftlichem als von praktischem Werthe, da wir unsere Brennstoffe nicht nach dem Gewichte, sondern nach dem Maasse verkaufen und erkaufen. Um den Versuchsergebnissen auch die praktische Nutzenanwendung zu sichern, habe ich in der Columne b der tabellarischen Uebersicht den Cubikraum der bei den Versuchen verwendeten 10 Pfunde Lufttrockengewicht angegeben. Dividirt man mit dem dort verzeichneten Decimalbruche in 10, so erhält man das Lufttrockengewicht eines Braunschweigischen Cubikfusses ($= \frac{3}{4}$ eines rheinländischen Cubikfusses). Dividirt man mit dem Bruche der Columne b in die Zahl der Columne a, so erhält man das Dürrgewicht eines Cubikfusses Braunschweigisch von dem beim Versuche verwendeten Brennstoffe. Dividirt man mit dem Bruche der Columne b in die Zahlen der Columnen g und h auf gleicher Linie, so erhält man die Zahlen der Columnen i und k, die ihrerseits das Brennwerthverhältniss gleicher Raumtheile eben so bezeichnen, wie die Columnen g und h dasselbe für gleiche Gewichtsmengen geben.

Vorstehend habe ich bereits angegeben, dass und warum das Mittel aus den Zahlen der Columnen g und h $\left(\frac{50 + 24,7}{2} = 32,4 \text{ Vers. 1.}\right)$ als Ausdruck für die Wärmewirkung des verwendeten Brennstoffes zu betrachten sei. Dasselbe gilt daher auch für die Zahlen der Columnen i und k.

Das Mittel aus den Versuchen 1 — 9, Columne i und k, 120 — 160jähriges Rothbuchen-Scheitholz betreffend, ergibt 128. Das Mittel aus den Versuchen 14 — 16, 50 — 80jähriges Rothbuchen-Scheitholz betreffend, ergibt 138 Brennwirkung pr. Cubikfuss.

Setzt man die Brennwirkung des 120 — 160jährigen Rothbuchenholzes = 1, so ist die des 50 — 80jährigen Rothbuchenholzes = 1,08, denn $128 : 1 = 138 : 1,08$.

In dieser Weise sind die Brennwerthverhältnisse gleicher Raumgrössen in nachfolgender Uebersicht berechnet. Den Brennwerth des 120 — 160jährigen Rothbuchenholzes habe ich hierbei als Einheit angenommen, weil auch G. L. Hartig und v. Werneck dasselbe ihren Berechnungen zum Grunde gelegt haben.

Zum Vergleiche mit den von mir erlangten Resultaten stelle ich die von G. L. Hartig und v. Werneck daneben.

Die Malter Rothbuchen-Scheitholz mit 50 Cubikfuss fester Holzmasse kostet in unserer Gegend, einschliesslich des Fuhrlohns und der Zerkleinerungskosten bis zum Verbräuche auf dem Heerde oder im Ofen, 5 Thaler, der Cubikfuss daher 2,4 Ggr. oder 3 Sgr. Dieser Holzpreis ist der Berechnung zum Grunde gelegt, aus welcher ersichtlich, wie hoch der Preis der übrigen Brennstoffe sein müsste, wenn deren Verbrauch gleich vortheilhaft wie der des Rothbuchen-Scheitholzes sein soll.

Bezeichnung der von mir untersuchten Brennstoffe.	Brennwerthverhältnisse nach			Preisverhältniss pr. Cubikfuss
	eigener Unters.	G. L. Hartig.	v. Werneck.	
120—160jähr. Rothbuchen-Stammholz	1,00	1,00	1,00	3 Sgr.
Pockholz	2,10	—	—	—
Acacie	1,31	0,80	0,75	3,93
25—30jähr. Rothbuchen-Reidelholz .	1,18	0,99	—	3,54
120jähr. sehr harzreiches Kieferholz	1,17	0,99	1,10	3,51
Schwerer Backtorf, Vers. 97-101	1,10	—	—	3,30
50—80jähr. Rothbuchen-Scheitholz .	1,08	1,01	—	3,24
100jähriges Birken-Stammholz . .	1,06	0,86	0,85	3,18
120jähriges Eichen-Stammholz . .	0,96	0,92	0,85	2,88
100jähriges Hainbuchen-Stammholz	0,96	1,05	1,05	2,88
50jähriges Apfelbaum- u. Eberesch-Stammholz	0,94	—	0,80	2,82
100jähriges Ahorn-Stammholz . .	0,92	1,14	1,02	2,76
100jähriges Eschen-Stammholz . .	0,87	1,01	1,00	2,61
Moortorf, Vers. 107 — 112 . .	0,86	—	—	2,58
150jähr. Eibenholz (<i>Taxus baccata</i>).	0,85	—	—	2,55
Fichten-Stockholz	0,84	—	0,76	2,52
70jähriges Lärchen-Stammholz . .	0,82	0,81	0,77	2,46
10—20jähriges Hasel-Stangenholz .	0,80	—	—	2,40
Birken Ast- und Reiserholz . . .	0,80	—	—	2,40
50jähriges Rosskastanien-Stammholz	0,77	—	—	2,31
110jähriges Kiefern-Stammholz . .	0,75	0,99	1,00	2,25
100jähriges Fichten-Stammholz . .	0,74	0,79	0,73	2,22
100jähriges Rüstern-Stammholz (<i>Ulmus camp.</i>)	0,72	0,87	0,90	2,16
100jähriges Linden-Stammholz . .	0,70	0,68	0,68	2,10
Kastanien (<i>Cast. vesca</i>) 3 — 4zöllig Astholz	0,65	—	—	1,95
100jähr. Weymouthkiefer-Stammholz	0,64	—	—	1,92
120jähr. Weissstannen-Stammholz .	0,64	0,70	0,67	1,92
40jähriges Erlen-Stammholz . . .	0,60	0,58	0,50	1,80
Schwarzpappel und Aspe	0,58	0,57	0,60	1,74
Leichter Backtorf, Vers. 102-106	0,56	—	—	1,68
Schilftorf, Versuch 113	0,54	—	—	1,62
20jähriges Kiefern-Stangenholz . .	0,49	0,68	—	1,47
40jähriges Pyramiden-Pappelholz .	0,46	0,48	—	1,38
28jähriges Weiden-Stammholz . .	0,44	0,52	0,50	1,32
Moostorf, Vers. 114. 115	0,44	—	—	1,32
Gelber leichtester Moostorf, Versuch 116	0,20	—	—	0,60

Mit den Versuchs-Resultaten, welche Karmarsch für verschiedene Torfarten erhielt, stimmen die vorstehenden in sich recht gut überein. Es theilt derselbe den Torf nach dem Gewichte in 6 Klassen:

	pr. Cubikfuss	Brennwerth	Aschenrückstand
1ste Klasse	6 — 13 Pfund	= 0,5	$\frac{3}{5}$ — $1\frac{1}{3}$ Pfund
2te	13 — 20 „	= 1,0	$\frac{4}{5}$ — $2\frac{1}{2}$ „
3te	20 — 25 „	= 1,5	1 — $3\frac{1}{3}$ „
4te	25 — 30 „	= 2,0	$1\frac{1}{3}$ — $13\frac{1}{2}$ „
5te	30 — 37 „	= 2,5	$1\frac{1}{4}$ — $14\frac{3}{4}$ „
6te	37 — 50 „	= 3,0	$1\frac{1}{5}$ — 25 „

Vertheilt man die vorstehend untersuchten Torfarten ebenfalls nach ihrem Gewicht in 6 Klassen, und setzt man wie dort den Brennwerth der 2ten Klasse = 1, so ergibt sich aus Vorstehendem:

1ste Klasse	7,6	Pfd. pr. Cubikf.	$\frac{0,60}{1,32}$	= 0,46	Brennwerth
2te	16,0	„ „ „	$\frac{1,32}{1,32}$	= 1,00	„
3te	23—25	„ „ „	$\frac{2,04}{1,32}$	= 1,55	„
4te	22—26	„ „ „	$\frac{2,58}{1,32}$	= 1,97	„
5te	38—41	„ „ „	$\frac{3,15}{1,32}$	= 2,40	„
6te	51—52	„ „ „	$\frac{3,78}{1,32}$	= 2,90	„

Dagegen stimmen die Beziehungen der Brennwerthe des Torfes zu denen des Holzes, namentlich des Fichtenholzes nicht mit den Resultaten meiner Untersuchungen überein, indem sich der Brennwerth des Fichtenholzes nicht, wie nach Karmarsch, dem des Torfes 2ter Klasse, sondern, nach meinen wie auch nach den Untersuchungen G. L. Hartig's und v. Werneck's weit höher herausstellt, und zwar nach der vorstehenden Uebersicht $\frac{2,22}{1,32} = 1,68$, also ziemlich genau in die Mitte zwischen die 3te und 4te Torfklasse.

Die Zusammenstellung der Resultate meiner Versuche, mit denen von G. L. Hartig und v. Werneck zeigt, dass die Endresultate in der Mehrzahl der Einzelfälle doch nicht so verschieden sind, als dies die Verschiedenheit der Untersuchungsweise, besonders aber die offenbaren Fehler in der Berechnungsweise letzterer voraussetzen liesse.

Bedeutend höhere Brennwerthe habe ich erhalten für das Holz der Acacie, für das jüngere Rothbuchenholz, für harzreiches Kieferholz und für altes Birkenholz. Damit stimmt auch wohl die allgemeine, aus der Verwendung im Grossen hervorgegangene Ansicht der Consumenten überein. Das ist allerdings nicht der Fall, wenn meine Untersuchungen weit niedrigere Brennwerthe für das Holz des Ahorn, der Hainbuche, der Esche und der Rüster ergeben als die meiner Vorgänger, da der Consument besonders dem Hainbuchenholze im Allgemeinen einen höheren Brennwerth beilegt, als selbst dem gleichalterigen Rothbuchenholze. Das gesunde Eichenholz hingegen ist sicher besser, als sein Ruf, und wenn es in Misscredit steht, so liegt die Ursache vorzugsweise wohl darin, dass man das gesunde Holz grösstentheils als Nutzholz verwendet und meist nur schadhaftes, anbrüchiges Eichenholz zur Brennholzverwendung übrig bleibt.

Was nun die dem Brennwerthe angemessenen Preisverhältnisse der in die vorstehende Uebersicht eingeordneten Torfsorten betrifft, deren hiesiger Marktpreis (Ablieferung bis zur Consumtionsstelle), auf den Cubikfuss berechnet, in der tabellarischen Uebersicht jeder der untersuchten Torfarten beigelegt ist, so ergiebt der Vergleich der Sollte- und Ist-Preise: dass nur die Preise des schweren Backtorfes zu denen des Rothbuchenholzes in einem einigermaassen richtigen Verhältnisse stehen, während die Marktpreise der leichten Backtorfe um 40 Proc., die der Moortorfe um 45 0/0, die des Schilftorfs um 53 0/0, die des dunklen Moortorfes um 59 0/0, die des leichtesten Moos-

torfes um 53% unter dem verhältnissmässigen Preise stehen. Daraus darf man aber nicht folgern, dass die Marktpreise dieser Torfsorten zu niedrig seien und bis zur verhältnissmässigen Höhe von den Verkäufern gesteigert werden können, sondern umgekehrt ergibt sich daraus, dass der Marktpreis des Rothbuchenholzes verhältnissmässig zu hoch sei, so dass dasselbe gewissermaassen als Luxusartikel betrachtet werden müsse. Ich werde daher weiterhin eine andere Preisberechnung der Brennstoffe nach ihrem Brennwerthe einlegen, in welcher der Preis und Werth des Stechtorfs die Einheit bildet, in der daher der Luxuspreis des Rothbuchenholzes nicht auf die übrigen Brennstoffe wie vorstehend übertragen ist.

Die in Vorstehendem entwickelten Brennwerthverhältnisse sind allein aus der Menge der entbundenen Wärme und deren Wirkung auf die Gefässe des Kochheerdes entnommen, ohne Berücksichtigung des, wie ich Seite 17 nachgewiesen habe, sehr verschiedenen Zeitraumes der Wärmedauer. Auf diese Art der Verwendung hat die längere oder kürzere Wärmedauer in der That auch nur einen untergeordneten Einfluss, da der Kochheerd vorzugsweise lebhaftes Flammfeuer erfordert, eine Ausnutzung länger dauernder Kohlengluth nur in beschränktem Maasse stattfindet. Bei den schwerer und langsamer brennenden Backtorfen entspringt allerdings aber ein reeller Vortheil daraus, dass ein sorgloses Ueberfeuer des Heerdes, eine nutzlose Verschwendung von Brennstoff durch das Gesinde, nicht in dem Maasse stattfinden kann, als bei Brennstoffen, die lebhafter und rascher fortbrennen.

Da die hier behandelten Brennstoffe nicht nach Cubikfuss, sondern nach Maltern, Schocken und Tausenden verkauft werden, so ist es nothwendig, zu wissen: wie viel feste Masse durchschnittlich in den üblichen Verkaufsmaassen enthalten sei, wenn man aus Vorstehendem die

Vortheile oder Nachtheile des Ankaufes verschiedenartigen Brennmaterials kennen lernen will. Es enthält:

Die Malter spaltiges Scheitholz, bei vierfüssiger Scheitlänge und 6 — 8zölliger Scheitdicke, bei 80 Cubikfuss Raum (4.4.5) enthält 50 Cubikfuss feste Holzmasse. Je mehr die Scheite krumm oder knorrig und je länger sie sind, je flacher sie ausgespalten werden, um so weniger Holzmasse enthält die Malter, unter ungünstigen Verhältnissen bis nur 40 Cubikfuss hinab.

Die Malter Reidelholz von gleichen Dimensionen, runde ungespaltene Stücke von 4 — 6 Zoll Durchmesser = 45 — 47 Cubikfuss, bei 2 — 3zölliger Stärke = 40 bis 42 Cubikfuss.

Der Massengehalt der Stukenholzmaltern ist äusserst verschieden und liegt meist zwischen 25 und 35 Cubikfuss.

Stammwasen aus Durchforstungen oder Mittel- und Niederwäldern enthalten, bei 6 Fussen Länge und 1 Fuss Durchmesser in der fest gebundenen Wiede, durchschnittlich 1 Cubikfuss Holzmasse, wenn Stämme von 2 — 4 Zoll Stärke vorherrschen. In dem Maasse, als das geringere Reiserholz überwiegt, sinkt der Gehalt an fester Masse bis unter $\frac{1}{2}$ Cubikfuss hinab.

Abschlagwasen (aus den Kronen alter Bäume) enthalten bei gleicher Stärke der Hiebsflächen etwas weniger Holzmasse als Stammwasen, in Folge des stärkeren Abfalles im Durchmesser der einzelnen Stücke; es kann dies Weniger 6 — 8 % betragen.

Da der Torf allgemein nach Stückzahl verkauft wird, die Grösse der einzelnen Sooden aber sehr verschieden ist, so ist es nothwendig, in jedem einzelnen Falle einer Preisvergleichung, aus der durchschnittlichen Länge, Breite und Höhe der Sooden, deren Cubikinhalt und daraus die Stückzahl der Sooden zu berechnen, die auf den Cubikfuss feste Masse gehen. Aus dem Preise des Torfes pr. Mille lässt sich dann der Preis der Soodenzahl pr.

Cubikfuss, und damit der Preis pr. Cubikfuss fester Torfmasse leicht berechnen und mit anderen Torf- und Holzpreisen vergleichen.

Man darf bei Betrachtung der Soll-Preise vorstehender Uebersicht nicht ausser Acht lassen, dass sich diese beziehen auf die Summe aller Ernte-, Transport- und Zerkleinerungskosten ausser dem Verkaufspreise im Walde, auf die Summe aller Kosten bis zum Verbräuche im Ofen. Für den Ankauf des Brennmaterials im Walde stellen sich die Verhältnisszahlen ganz anders. Hat der Käufer die Kosten des Transports bis zur Verbrauchsstelle, die Zerkleinerungskosten etc. ausser jenem Waldpreise selbst zu tragen, so stellt sich für ihn der Ankauf brennkräftigerer Brennstoffe in demselben Verhältnisse vortheilhafter, als jene Nebenkosten grösser sind, und zwar dadurch, dass Transport und Zerkleinerung eines weniger guten Brennstoffs in der Regel eben so viel oder doch nicht viel weniger kostet, als für Brennstoffe, deren gleich grosser Brennwerth in einem kleineren Raume steckt. So würde man z. B., wenn die Nebenkosten die Hälfte der Gesamtkosten, wenn der Waldpreis des Rothbuchenholzes daher

$\frac{3}{2} = 1,5$ Sgr. betrüge, für das Pappelholz nicht $\frac{1,74}{2} = 0,87$ Sgr., sondern nur $1,74 - 1,5 = 0,24$ Sgr. bezahlen können, wenn die Transport- und Zerkleinerungskosten für das Pappelholz eben so hoch wie für das Rothbuchenholz zu stehen kommen. Weidenholz würde unter diesen Umständen geschenkt zu theuer sein, da dessen relativer Brennwerth von 1,32 Sgr. die Nebenkosten von 1,5 Sgr. nicht erreicht. Es ist einleuchtend, dass sich für diese so sehr verschiedenen Verhältnisse keine allgemein gültigen Preissätze berechnen lassen, sondern dass für jeden speciellen Fall eine besondere Berechnung eingelegt werden muss.

III. Die Heizwirkung gleicher Gewichtsmengen.

Bereits in meinen früheren Arbeiten über Heizkraft (Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen) habe ich darauf aufmerksam gemacht: dass es eine Eigenthümlichkeit der Wärme gewisser Brennstoffe sei, entweder vom Feuerungsapparate aus, durch die Wände desselben hindurch sich leichter und rascher, daher reichlicher der Zimmerluft mitzutheilen, eine höhere Heizkraft in Bezug auf Zimmerlufterwärmung zu äussern, oder, von den Wänden des Feuerungsapparates und den mit denselben in unmittelbarer Berührung gebrachten Körpern (dem Kochgeschirre und dessen Inhalte) weniger rasch und leicht entweichend, sich dort gewissermaassen aufspeichernd, eine höhere Heizkraft für den Kochheerd zu entwickeln. Das Thatsächliche ist: dass bei der Verbrennung verschiedener Brennstoffe der Eine constant eine grössere Wirkung auf Erwärmung der Zimmerluft, eine geringere Wirkung in Bezug auf Erwärmung des Wassers der Kochgefässe zu erkennen giebt, während dies bei anderen Brennstoffen umgekehrt der Fall ist.

Wir wissen zwar aus den Versuchen Péclet's, dass verschiedene Brennstoffe verschiedene Quantitäten strahlender Wärme entwickeln, dass Holz nur 0,25, Torf 0,42, Holz- oder Steinkohle 0,50 der entwickelten Wärme strahlend abgeben, allein dies kann zur Erklärung der vorstehend erwähnten Verschiedenheiten schwerlich herbeigezogen werden, da es sich hier in allen Fällen um eine Wärme handelt, die, vom brennenden Körper aus dem Feuerungsapparate mitgetheilt, von den Wänden desselben fortgeleitet, entweder leichter oder weniger leicht in die umgebende Luft entweicht.

Was nun aber auch die Ursache des Thatsächlichen

sein mag, so schien es mir immerhin nothwendig, die Versuche so durchzuführen und die Ergebnisse derselben so zu ordnen, dass sich in dem Endresultate die eigenthümlichen Werthverhältnisse der Brennstoffe für den Kochheerd und für die Stubenluftherwärmung gesondert darstellen liessen.

Zu diesem Zwecke wurden während jeder Verbrennung ein Thermometer in zweifüssiger Entfernung, ein zweites Thermometer in 10füssiger Entfernung vom Ofen, ein drittes vor dem Fenster des Zimmers aufgestellt, und an diesen drei Wärmemessern die Wärmezunahme und Abnahme in der Zimmerluft ebenso von fünf Minuten zu fünf Minuten beobachtet und verzeichnet, wie in den drei Kochgeschirren zur Bestimmung des Temperaturganges in der Wassererwärmung.

Die aus diesen Notirungen berechneten Werthziffern sind in der zweiten Abtheilung der tabellarischen Uebersicht, Columne 1 — q für jeden Versuch verzeichnet.

Betrachten wir zunächst die Durchschnittszahlen, welche sich für die Brennwirkung grösserer Brennstoffgruppen, bei Verwendung gleich grosser Gewichtsmengen lufttrockenen Materials in dieser Hinsicht ergeben:

1) In Bezug auf Erzeugung höchster Hitzgrade ergeben sich für die nachstehend aufgeführten Brennstoffgruppen folgende Werthverhältnisse, denen ich die im Vorhergehenden nachgewiesenen, gleichnamigen Werthverhältnisse für den Kochheerd, in zweiter Columne zur Vergleichung an die Seite stelle.

	Höchster Wärmegrad in der Luft	im Wasser
Acacie	25,0	65
Stechtorfe	25,0	66
Rothbuche	24,9	67
Nadelhölzer	24,3	66
Weiche Laubhölzer	24,2	65

	Höchster Wärmegrad in der Luft	im Wasser
Pockholz	24,0	62
Mittelharte Laubhölzer	24,0	65,2
Harte Laubhölzer, Nro. 4 — 11	22,5	62,2
Backtorfe	21,8	58,2

Schon hier zeigen sich wesentliche Abweichungen in der Wirkung der entwickelten Wärme auf die Zimmerluft und auf das Wasser des Kochgefäßes; denn, während die Extreme der Lufterwärmung nur um $25 - 22 = 3$ Grade von einander entfernt sind, differiren die Extreme der Wassererwärmung um $67 - 58 = 9$ Grade. Das Rothbuchenholz, im Wasser den höchsten Hitzgrad erzeugend, steht in Bezug auf Erwärmung der Zimmerluft erst in dritter Reihe, die Acacie, den höchsten Wärmegrad in der Luft erzeugend, steht für Wasserheizung erst in fünfter Reihe.

2) In Bezug auf Zeitdauer der Wärmeentwicklung, und zwar:

a) in Bezug auf den Zeitraum vom Beginn der Wärmeentwicklung bis zur Erzielung des höchsten Wärmegrades

ergeben sich folgende Verhältnisszahlen:

	a. in der Luft	b. im Wasser
Pockholz	120	80
Backtorfe	109	89
Acacie	93	70
Stechtorfe	88	68
Rothbuche	81	64
Harte Laubhölzer, Nro. 4 — 12	80	67
Weiche Laubhölzer	76	57,5
Nadelhölzer	75	60
Mittelharte Laubhölzer	72	56,2

b) In Bezug auf die Zeitdauer der Wärmewirkung vom höchsten Wärmegrade abwärts:

	in der Luft	im Wasser
Acacie	120	158
Rothbuche	120	171
Backtorfe	94	236
Stechtorfe	94	173
Mittelharte Laubhölzer	89	153
Weiche Laubhölzer	89	159
Nadelhölzer	84	146
Pockholz	80	130
Harte Laubhölzer, Nro. 4 — 12.	75	153

Es ergibt sich daraus eine wesentliche Verschiedenheit im Gange der Erwärmung des Wassers und der Luft, vorzugsweise in dem Zeitraume sinkender Wärme. So ist z. B. beim Pockholze der Zeitraum der Erwärmung vor dem höchsten Temperaturgrade nahe um eben so viel grösser in der Luft als im Wasser, als er in der Zeit der Abkühlung im Wasser grösser ist als in der Luft. Die Backtorfe, mit einem so bedeutenden Uebergewicht der Wärmedauer nach dem höchsten Wärmegrade im Wasser, stehen in der Dauer der Lufterwärmung nach dem höchsten Wärmegrade tief unter der Acacie und Rothbuche, nicht höher als die Stechtorfe, die hinter ihnen in Bezug auf Zeitdauer der Wassererwärmung so bedeutend zurückbleiben.

c) In Bezug auf die Gesamtdauer der Wärmewirkung:

	in der Luft	im Wasser
Acacie	213	228
Backtorfe	203	325
Rothbuche	201	235
Pockholz	200	210
Stechtorfe	182	241
Mittelharte Laubhölzer	165	209

	in der Luft	im Wasser
Weiche Laubhölzer	161	217
Nadelhölzer	159	206
Harte Laubhölzer, Nro. 4 — 12 .	155	222

Auch hierin ist die Rangfolge der Brennstoffgruppen eine ganz andere für Erwärmung der Luft als die für Erwärmung des Wassers.

3) Die relative Menge der während des Verbrennens vom Heizapparate an die Zimmerluft abgegebenen Wärme, ausgedrückt durch die mittlere Ordinatenlänge, ist ganz eben so gefunden und berechnet, wie die mittlere Ordinatenlänge für die im Wasser der Kochgefässe beobachteten Thermometerhöhen, und in der Columne p für jeden einzelnen Versuch nachgewiesen.

Zum leichteren Vergleiche will ich auch hier den für grössere Brennstoffgruppen berechneten Durchschnittszahlen, die Mitteltemperaturen aus der Wasserheizung zur Seite stellen.

	Mittlere Temperaturerhöhung	
	in der Luft	im Wasser
Pockholz	8,6	26,4
Nadelholz	8,6	24,3
Stechtorfe	8,4	26,9
Weiches Laubholz	8,2	25,7
Rothbuchenholz	8,0	24,8
Acacienholz	7,7	27,4
Mittelhartes Laubholz	7,6	24,5
Hartes Laubholz, Nro. 4 — 12 .	6,8	20,8
Backtorfe	6,8	24,4

Mehr als in allem Vorhergehenden spricht sich in den Verhältnisszahlen der mittleren Wärmemenge die Differenz der Wirkung ein und desselben Versuches auf Luftheizung und auf Wasserheizung aus. Das Acacienholz, in Bezug auf Wassererwärmung die erste Rangstufe einnehmend,

steht in Bezug auf Luftheizung erst auf siebenter Rangstufe. Das Nadelholz, in Bezug auf Luftheizung die erste Rangstufe einnehmend, steht in Bezug auf Wasserheizung erst auf achter Rangstufe. Man kann dies folgendermaassen formuliren: Derselbe, durch Acacienholz erwärmte Feuerungsapparat kühlt sich in jedem Augenblicke der Heizdauer weniger rasch ab, als wenn er, in gleicher Weise, dieselbe Wärmemenge von harzreichem Nadelholze empfängt. Man möchte sagen, Ersteres erzeuge eine haftende, Letzteres eine flüchtigere Wärme.

Wie ein Blick auf die tabellarische Uebersicht ergibt, zeichnen sich durch haftende Wärme, ausser der Acacie, noch die Eberesche, Schwarzpappel und das jüngere Rothbuchenholz, durch flüchtigere Wärme, nächst dem harzreichen Nadelholze, besonders die Stech- und Moostorfe aus.

Es scheint, dass bei dieser Conversion der Effecte vorzugsweise der Harzgehalt des Holzes wirksam aufträte, das harzreiche Nadelholz und das Pockholz zur höchsten Rangstufe erhebend. Dies springt noch mehr in die Augen, wenn man in der tabellarischen Uebersicht der Versuche, Columne p, die durchschnittliche Ordinatenlänge der harzreicheren Sortimente in's Auge fasst, die in einem, noch dazu etwas anbrüchigen Fichten-Stockholze von 120jährigem Alter ein Maximum von 11,2, im Holze der Brockenfichte 11,1, im harzreichen Kiefernholze 10,1 und selbst noch im Holze der Weymouthkiefer eine, die höchste Durchschnittszahl (8,6) übersteigende Grösse von 9,5 erreicht.

Es liegt hierin ein beachtenswerther Fingerzeig auf Erforschung der Ursache jener für Wasserheizung und für Luftheizung verschiedenen Effecte desselben Brennstoffes und derselben Verbrennung, und dürften daraus, wenn die Physiker sich der Sache bemächtigen, nicht unwichtige Aufschlüsse über die Natur der Wärme überhaupt hervorgehen.

Die haftende oder flüchtige Eigenschaft der Wärme steht aber nicht bei allen Brennstoffen im Gegensatze. Beim Pockholze und beim Schwarzpappelholze erreichen beide eine gleiche ungewöhnliche Höhe, woraus man folgern möchte, dass, wie Torf und Kohle eine bedeutend grössere Menge strahlender Wärme entbinden als das Holz (Péclet), so auch hier, in ähnlicher Weise, verschiedene Brennstoffe haftende und flüchtige Wärme in einem quantitativ verschiedenen Verhältnisse gleichzeitig entbinden.

IV. Die Heizwirkung gleicher Massegrössen.

In gleicher Weise aus Columne p der tabellarischen Uebersicht berechnet, wie dies Seite 34 für die Werthziffern der Columnen g und h geschehen ist und erläutert wurde, gebe ich in Nachfolgendem die Rangfolge des Brennwerthes gleicher Raumgrössen der untersuchten Holz- und Torfarten für die Zimmerheizung, und stelle in zweiter Columne zum Vergleiche daneben die Brennwerthverhältnisse gleicher Volumina für Wassererwärmung, berechnet aus Columne k der tabellarischen Uebersicht. Die dritte Columne enthält den Durchschnitt aus den beiden vorhergehenden; in der 4ten bis 6ten Columne sind die dem Brennwerthe entsprechenden Soll-Preise der verschiedenen Brennstoffe für die Masse eines Cubikfusses berechnet, unter der Annahme, dass der Preis eines Cubikfusses 120 — 160jährigen Rothbuchenholzes, einschliesslich aller Zugutmachungs-, Transport- und Zerkleinerungskosten bis zur Verwendung im Feuerungsapparate durchschnittlich 3 Sgr. beträgt.

Die Werth- und Preisverhältnisse der I. und IV. Columne sind überall maassgebend, wo der Consument die Frage stellt: welcher der aufgeführten Brennstoffe mit

grösserem Vortheile für Zimmerheizung zu verwenden ist. Der Vergleich der bestehenden Brennstoffpreise mit den in Columnne II. und V. berechneten Soll-Preisen ergibt in gleicher Weise die Vortheile oder Nachtheile der Verwendung eines oder des anderen Brennmaterials für den Kochherd. Die Werth- und Preisverhältnisse der III. und VI. Columnne endlich sind maassgebend: für den Consumenten, wenn er dasselbe Brennmaterial sowohl zur Zimmerheizung als auf dem Kochherde zu verwenden beabsichtigt; für den Producenten bei Aufstellung von Brennstofftaxen, da es ihm unbekannt und gleichgültig ist, welchen Gebrauch der Consument mit dem erkauften Brennstoffe beabsichtigt.

Die Brennwerth- und Preisverhältnisse der Columnne II. und V. dieser Uebersicht sind in vielen Positionen nicht unwesentlich abweichend von denen, welche die, Seite 35 mitgetheilte Uebersicht nachweist. Die Ursache liegt darin, dass dort den Brennwerthverhältnissen aus eigenen Versuchen der Durchschnitt aus den Columnnen i und k, hier die Zahlen der Columnne k allein der Berechnung zum Grunde liegen. Es erschien mir dies wesentlich zweckmässig, da die Wärmewirkung auf die Zimmerluft allein nach der mittleren Wärmemenge, nicht auch durch Wasserverdunstung gemessen werden konnte, in diesem Falle auch die Brennwerthverhältnisse in Bezug auf Wasserheizung allein aus der mittleren Wärmemenge zu berechnen und zur Seite zu stellen, um so mehr, als jene Zusammenstellung der beiden Werthziffer-Reihen bereits im Vorhergehenden ausgeführt ist.

Die Ziffern der Tabelle selbst bedürfen keiner näheren Erläuterung; es möge mir nur erlaubt sein, darauf aufmerksam zu machen, dass in Columnne II., aus der mittleren Ordinatenlänge allein berechnet, die Brennwerthe des Hainbuchen-, Eschen-, Apfelbaumholzes sich weit höher berechnen und, den Versuchen G. L. Hartig's und von Werneck's entsprechend, sich über den Brennwerth des

120 — 160jährigen Rothbuchenholzes stellen, ein Umstand, der recht gut die hohen Werthsätze der v. Werneck'schen Resultate erklärt, da bei dessen Versuchen ebenfalls nur die von einer durch die Verbrennung erhitzter Sandmasse in die umgebende Luft entweichende Wärme, wenn auch in mangelhafter Weise gemessen wurde (S. 5). In den allein aus der Wasserheizung berechneten Versuchs-Resultaten G. L. Hartig's hingegen scheinen die gleich hohen Werthziffern für diese Hölzer vorzugsweise daraus hervorgegangen zu sein, dass derselbe nicht die durchschnittliche, sondern die grösste Ordinatenlänge bei veränderlicher Abscissenlänge in Rechnung zog.

Die Bemerkungen für den Gebrauch der berechneten Preisverhältnisse in der vorhergehend mitgetheilten Uebersicht (Seite 35) gelten grösstentheils auch für die folgende Zusammenstellung.

Bezeichnung der verwendeten Brennstoffe.	Brennwerthe, den pr. Cubikfuss des 120 — 160jährigen Rothbuchenholzes					
	= 1 Sgr.			= 3 Sgr.		
	für die Zimmer- heizung aus Col. q. I.	für den Koch- heerd aus Col. k. II.	im Durch- schnitt für beide Col. q u. k. III.	für die Zimmer- heizung aus Col. q. IV.	für den Koch- heerd aus Col. k. V.	im Durch- schnitt für beide. VI.
Pockholz	2	2	2	—	—	—
Sehr harzreich. Kiefernholz, fast Speckkiehn	1,16	1,11	1,14	3,48	3,33	3,42
Acacie, 50jährig. Stammholz	1,13	1,35	1,24	3,45	4,05	3,72
Rothbuchen-Reidelholz, 25 — 30jährig	1,07	1,17	1,12	3,21	3,51	3,36
Rothbuchen-Stockholz	1,03	1,05	1,04	3,09	3,15	3,12
Rothbuchen-Scheitholz, 50 — 80jährig	1,03	1,03	1,03	3,09	3,09	3,09
Birken-Stammholz, 100jährig	1,03	1,01	1,02	3,09	3,03	3,06
Fichtenholz von der Brocken-Kuppe, 100jähr.	1,03	0,80	0,92	3,09	2,40	2,76
Eschen-Stammholz, 100jährig	1,00	1,03	1,01	3,00	3,09	3,05
Rothbuchenholz, 120 — 160jährig	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
Apfelbaumholz, 40jährig	1,00	1,03	1,01	3,00	3,09	3,05
Hainbuchenholz, 100jährig	0,97	1,06	1,01	2,91	3,18	3,05
Eibenholz, 100jährig	0,97	0,96	0,96	2,91	2,94	2,93
Rothbuchen-Reiserholz	0,90	1,01	0,95	2,70	3,03	2,85
Eichen-Reidelholz, 35jährig	0,90	0,94	0,92	2,70	2,82	2,76
Fichten-Stammholz, 100jährig	0,90	0,75	0,82	2,70	2,25	2,46
Eichen-Stammholz, 120jährig	0,87	1,06	0,96	2,61	3,18	2,88
Lärchen-Stammholz, 60jährig	0,87	0,89	0,88	2,61	2,77	2,64

Schwerer Backtorf	0,84	1,13	0,98	2,52	2,67	2,94
Ahorn-Stammholz, 120jährig	0,84	0,91	0,87	2,52	2,73	2,61
Fichten-Stockholz, 100jährig	0,84	0,89	0,86	2,52	2,67	2,68
Ebereschen-Stammholz, 50jährig	0,80	0,99	0,84	2,40	2,97	2,52
Birken-Ast- und Reiserholz	0,77	0,84	0,80	2,31	2,52	2,40
Hasel-Stangenholz, 10 — 20jährig	0,77	0,86	0,81	2,31	2,58	2,43
Kiefern-Stammholz, 100jährig	0,77	0,75	0,76	2,31	2,25	2,28
Rothbuch.-Wurzelhlz., v. 100j. Stamme 2-4''	0,74	0,89	0,81	2,22	2,67	2,43
Rüster-Stammholz, 40jährig	0,74	0,87	0,80	2,22	2,61	2,40
Kastanien-Astholz (<i>Castanea vesca</i>)	0,74	0,85	0,79	2,22	2,55	2,37
Roskastanien-Stammholz	0,74	0,83	0,78	2,22	2,49	2,34
Linden-Stammholz, 80jährig	0,74	0,82	0,78	2,22	2,46	2,34
Elzbeeren-Astholz, v. 60jähr. Stamme, 3''	0,74	0,77	0,75	2,22	2,31	2,25
Ahorn-Astholz, v. 120jähr. Stamme, 3-4''	0,71	0,86	0,78	2,22	2,58	2,34
Weymouthkiefer-Stammholz, 100jährig	0,71	0,66	0,68	2,13	1,98	2,04
Eschen-Reidelholz, 30jährig	0,68	0,99	0,83	2,04	2,97	2,49
Erlen-Kernlohde, 40jährig	0,68	0,71	0,69	2,04	2,13	2,07
Aspen-Stammholz, 30jährig	0,68	0,69	0,68	2,04	2,07	2,06
Moortorf	0,65	0,70	0,67	1,95	2,10	2,01
Weisstannen-Stammholz, 120jährig	0,58	0,62	0,60	1,84	1,86	1,80
Schwarzpappel-Stammholz, 45jährig	0,58	0,58	0,58	1,74	1,74	1,74
Kiefer-Astholz vom 120jähr. Stamme	0,55	0,61	0,58	1,65	1,83	1,74
Kiefer-Stangenholz, 20jährig	0,48	0,58	0,53	1,44	1,74	1,59
4* Erlen-Stockausschlag, 20jährig	0,48	0,55	0,51	1,44	1,65	1,54
Leichter Backtorf	0,48	0,55	0,51	1,44	1,65	1,54
Schilftorf	0,48	0,53	0,50	1,44	1,59	1,51
Weiden-Stammholz (<i>S. alba</i>), 25jährig	0,48	0,51	0,49	1,44	1,53	1,47
Brauner zersetzter Moostorf	0,42	0,51	0,46	1,26	1,53	1,38
Pyramidenpappel-Stammholz, 40jährig	0,42	0,46	0,44	1,26	1,38	1,32
Leichtester gelber Moostorf	0,19	0,21	0,20	0,57	0,63	0,60

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Verhältnisse des Verbrauchs an Brennstoff verschiedener Art zur Zimmerheizung bei verschiedenen Graden äusserer Luftwärme.

Denselben Feuerungsapparat, dessen ich mich für die Ausführung der in Vorstehendem mitgetheilten Versuche bediente, habe ich während mehrerer Jahre benutzt zur Ermittlung, wie viel Gewichtsmenge verschiedenartiger Brennstoffe nöthig sei, um ein Zimmer von 11 Fuss Höhe, 16 Fuss Breite und 15 Fuss Länge, daher von 2640 Cubikfuss Raumgehalt, von Morgens 7 Uhr bis Abends 10 Uhr in einer Luftwärme von 14 — 16, durchschnittlich 15 Graden R. zu erhalten.

Allerdings konnte, in Folge der grösseren Menge des nöthigen Materials und der längeren Zeitdauer jedes einzelnen Versuches, auf die Zubereitung der hierbei verwendeten Brennstoffe, auf den Gang der Verbrennung und auf die Verzeichnung der durch die Verbrennung bewirkten Temperatur nicht diejenige Sorgfalt und Genauigkeit verwendet werden, die bei den vorgenannten Versuchen beobachtet wurde; immerhin hat aber auch hierbei derjenige Grad der Sorgfalt in dem Heizgeschäft stattgefunden, der sich darauf beim häuslichen Verbräuche überhaupt verwenden lässt, und dieser Beschränkung auf das gewöhnliche Maass dürfte ein Vorzug in praktischer Hinsicht nicht abzusprechen sein.

Auch hier habe ich jedem einzelnen der Versuche eine Preisberechnung nach dem Werthverhältnisse der verwendeten Brennstoffe beigegeben, dazu aber einen anderen

Maassstab als im Vorhergehenden angewendet, indem ich als solchen nicht die Rothbuche, sondern den hierorts am häufigsten zum Verbrauch kommenden Giffhornschen Stechtorf benutzte.

Wenn ich im Vorhergegangenen die Rothbuche als Maassstab verwendete, so geschah dies aus dem Grunde, um die Resultate meiner Versuche mit denen meiner Vorgänger vergleichen zu können, die dazu gleichfalls jene Holzart verwendeten. In Bezug auf Preisberechnungen ist damit aber der Uebelstand verknüpft, dass die Preise des Rothbuchen-Brennholzes, in Folge mancher Annehmlichkeiten des Verbrauches höher stehen, als sie der Brennwirkung nach stehen sollten. Als Maassstab verwendet, hat das dann die Folge, dass in der Preisberechnung der übrigen Brennstoffe jener Luxuspreis übertragen wird auch auf diejenigen Brennstoffe, denen jene Verbrauchsannehmlichkeiten nicht zur Seite stehen. Handelt es sich um Ermittlung von Preisverhältnissen, die der Brennwirkung allein entsprechend sind, so muss als Maassstab ein Brennstoff verwendet werden, auf dessen Marktpreis solche Nebenumstände möglichst wenig einwirkend sind. Als solcher dürften die am häufigsten zur Verwendung kommenden Stechtorfe am meisten geeignet sein.

Ein Vergleich der, nach dem Marktpreise des Stechtorfs berechneten, Sollte-Preise aller übrigen Brennstoffe, mit den bestehenden Marktpreisen (einschliesslich aller Transport- und Zerkleinerungskosten) der letzteren zeigt: ob und in wie weit man sich des vortheilhaftesten Brennstoffs bedient oder einem Luxusaufwande sich hingiebt.

Der zum Vergleichsmaassstabe als Einheit gewählte Giffhornsche Stechtorf ist ein gut zersetzter Moortorf, mit örtlichen Anhäufungen von Faserresten aus Sumpfpflanzenwurzeln. Die einzelnen Sooden sind durchschnittlich $7\frac{1}{2}$ Zoll lang, 3 Zoll breit und 2 Zoll hoch, enthalten daher durchschnittlich 45 Cubikzoll braunschweigisch Maass. Das

Gewicht einer Soode von durchschnittlicher Grösse ist durchschnittlich 0,66 Pfund. Der braunschweigische Cubikfuss enthält daher die feste Masse von 38 Sooden und wiegt 25 Pfunde. Das Tausend Sooden = 26,3 Cubikfuss kostet bis zur Verbrauchsstelle durchschnittlich 1 Thlr. 8 Ggr. = 40 Sgr., der Cubikfuss daher $1\frac{1}{2}$ Sgr.

Um die Zimmerluft während der oben bezeichneten Tageszeit in einer Temperatur von $+15^{\circ}$ Réaum. zu erhalten, war der Verbrauch:

1) An Giffhorn'schem Stechtorfe.

Temperatur	Ist-Preis
$+7$ bis $+8^{\circ}$ = 20 Pfd. = 0,80 Cubikfuss	1,2 Sgr.
$+5$ bis $+6^{\circ}$ = 25 „ = 1,00 „	1,5 „
$+4$ bis $+2^{\circ}$ = 30 „ = 1,20 „	1,8 „
$+2$ bis -1° *) = 35 „ = 1,40 „	2,1 „
$+2$ bis -3° = 40 „ = 1,60 „	2,4 „
-4 bis -5° = 44 „ = 1,76 „	2,6 „
-6 bis -8° = 48 „ = 1,92 „	2,9 „
-10° = 70 „ = 2,80 „	4,2 „

durchschnittlich 1,5 Sgr.

2) An schwerem Backtorfe.

Temperatur	Sollte-Preis
$+7$ bis $+8^{\circ}$ = 18 Pfd. = 0,36 Cbfuss	pr. Cbfuss 3,33 Sgr.
$+5$ bis $+6^{\circ}$ = 23 „ = 0,46 „	„ „ 3,26 „
$+4$ bis $+2^{\circ}$ = 29 „ = 0,58 „	„ „ 3,10 „
$+2$ bis -1° = 33 „ = 0,66 „	„ „ 3,18 „
-2 bis -3° = 37 „ = 0,74 „	„ „ 3,24 „
-4 bis -5° = 42 „ = 0,84 „	„ „ 3,10 „
-6 bis -8° = 46 „ = 0,92 „	„ „ 3,15 „

durchschnittlich 3,20 Sgr.

*) Dies ist die vorherrschende Temperatur der Monate Februar und März ausschliesslich der Kälteperioden. Sie beginnt in der Regel mit -1 bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$ des Morgens, steigt zur Mittagzeit auf $+1\frac{1}{2}$ bis 2° und sinkt am Abend auf 0° Réaum.

3) An braunem Moostorfe.

Temperatur	Sollte-Preis
+ 7 bis + 8° = 15 Pfd. = 0,94 Cbfuss	pr. Cbfuss 1,28 Sgr.
+ 5 bis + 6° = 19 „ = 1,19 „	„ „ „ 1,26 „
+ 4 bis + 2° = 24 „ = 1,50 „	„ „ „ 1,20 „
+ 2 bis — 1° = 30 „ = 1,88 „	„ „ „ 1,12 „
— 2 bis — 3° = 34 „ = 2,12 „	„ „ „ 1,13 „
— 4 bis — 5° = 38 „ = 2,37 „	„ „ „ 1,10 „
— 6 bis — 8° = 42 „ = 2,62 „	„ „ „ 1,11 „
durchschnittlich 1,17 Sgr.	

4) An 120jährigem Rothbuchen-Scheitholze.

Temperatur	Sollte-Preis
+ 7 bis + 8° = 20 Pfd. = 0,53 Cbfuss	pr. Cbfuss 2,26 Sgr
+ 5 bis + 6° = 25 „ = 0,67 „	„ „ „ 2,25 „
+ 4 bis + 2° = 30 „ = 0,80 „	„ „ „ 2,25 „
+ 2 bis + 1° = 35 „ = 0,92 „	„ „ „ 2,28 „
— 2 bis — 3° = 40 „ = 1,05 „	„ „ „ 2,28 „
— 4 bis — 5° = 45 „ = 1,18 „	„ „ „ 2,20 „
— 6 bis — 8° = 50 „ = 1,32 „	„ „ „ 2,20 „
— 10 bis — 12° = 80 „ = 2,10 „	„ „ „ 2,00 „
durchschnittlich 2,22 Sgr.	

5) An 100jährigem Hainbuchen-Scheitholze.

Temperatur	Sollte-Preis
+ 7 bis + 8° = 25 Pfd. = 0,68 Cbfuss	pr. Cbfuss 1,77 Sgr.
+ 5 bis + 6° = 30 „ = 0,81 „	„ „ „ 1,85 „
+ 4 bis + 2° = 36 „ = 0,97 „	„ „ „ 1,85 „
+ 2 bis — 1° = 42 „ = 1,13 „	„ „ „ 1,84 „
+ 2 bis — 3° = 49 „ = 1,32 „	„ „ „ 1,82 „
— 4 bis — 5° = 58 „ = 1,57 „	„ „ „ 1,70 „
— 6 bis — 8° = 65 „ = 1,76 „	„ „ „ 1,70 „
durchschnittlich 1,80 Sgr.	

6) An 150jährigem Eichen-Scheitholze.

Temperatur		Sollte-Preis
+ 7 bis + 8° = 24 Pfd. = 0,63 Cbfuss	pr. Cbfuss	1,90 Sgr.
+ 5 bis + 6° = 26 „ = 0,70 „	„ „	2,14 „
+ 4 bis + 2° = 32 „ = 0,84 „	„ „	2,14 „
+ 2 bis - 1° = 40 „ = 1,05 „	„ „	2,00 „
- 2 bis - 3° = 48 „ = 1,26 „	„ „	1,90 „
- 4 bis - 5° = 57 „ = 1,50 „	„ „	1,73 „
- 6 bis - 8° = 66 „ = 1,74 „	„ „	1,66 „
durchschnittlich		1,92 Sgr.

7) An 40jährigem Erlen-Scheitholze.

Temperatur		Sollte-Preis
+ 7 bis + 8° = 15 Pfd. = 0,71 Cbfuss	pr. Cbfuss	1,70 Sgr.
+ 5 bis + 6° = 20 „ = 0,95 „	„ „	1,58 „
+ 4 bis + 2° = 25 „ = 1,20 „	„ „	1,50 „
+ 2 bis - 1° = 30 „ = 1,43 „	„ „	1,47 „
- 2 bis - 3° = 35 „ = 1,67 „	„ „	1,44 „
- 4 bis - 5° = 40 „ = 1,90 „	„ „	1,40 „
- 6 bis - 8° = 45 „ = 2,14 „	„ „	1,35 „
durchschnittlich		1,50 Sgr.

8) An 120jährigem Kiefer-Scheitholze.

Temperatur		Sollte-Preis
+ 7 bis + 8° = 15 Pfd. = 0,48 Cbfuss	pr. Cbfuss	2,50 Sgr.
+ 5 bis + 6° = 20 „ = 0,64 „	„ „	2,34 „
+ 4 bis + 2° = 25 „ = 0,81 „	„ „	2,22 „
+ 2 bis - 1° = 30 „ = 0,97 „	„ „	2,17 „
- 2 bis - 3° = 35 „ = 1,13 „	„ „	2,12 „
- 4 bis - 5° = 40 „ = 1,29 „	„ „	2,02 „
- 6 bis - 8° = 45 „ = 1,45 „	„ „	2,00 „
durchschnittlich		2,19 Sgr.

9) An 100jährigem Fichten-Scheitholze.

Temperatur		Sollte-Preis
+ 7 bis + 8° = 15 Pfd. = 0,72 Cbfuss	pr. Cbfuss	1,66 Sgr.
+ 5 bis + 6° = 19 „ = 0,93 „ „ „		1,61 „
+ 4 bis + 2° = 24 „ = 1,18 „ „ „		1,53 „
+ 2 bis - 1° = 30 „ = 1,43 „ „ „		1,47 „
- 2 bis - 3° = 34 „ = 1,68 „ „ „		1,43 „
- 4 bis - 5° = 38 „ = 1,93 „ „ „		1,35 „
- 6 bis - 8° = 42 „ = 2,18 „ „ „		1,33 „
durchschnittlich		1,48 Sgr.

Ist der Preis eines Cubikfusses Giffhorner Stechtorf = 1,5 Sgr., so dürfte daher der Preis aller übrigen vorgenannten Brennstoffe, einschliesslich aller Nebenkosten bis zum Verbräuche im Ofen nicht höher sein, als die berechneten Durchschnittszahlen, wenn der Verbrauch mit gleichem Geldaufwande beschafft werden soll, denn nur in diesem Falle ersetzt die geringere Grösse des Bedarfs den höheren Preis des heizkräftigeren Brennstoffs.

Da die Kosten des Transports und der Zerkleinerung in der Regel unabänderliche sind, so werden, in Fällen bestehender Missverhältnisse, die Vortheile oder Nachtheile durch erhöhte oder verringerte Nachfrage bedingter Preissteigerung oder Preisverringering den Waldpreis und den Producenten des Brennstoffes treffen. Wenn z. B. die Malter Rothbuchen-Scheitholz einschliesslich aller Nebenkosten den Consumenten 5 Thlr., der Cubikfuss daher 3 Sgr. wirklich kostet, der Heizwerth in Verhältniss zu anderen Brennstoffen nach Vorstehendem nur $2\frac{1}{4}$ Sgr. ist, so würde der vom Consumenten zu zahlende Waldpreis gleich dem bisherigen Preise pr. Cubikfuss sein, nach Abzug von $\frac{3}{4}$ Sgr. Wäre der Waldpreis einer Malter Rothbuchen-Scheitholz $2\frac{1}{2}$ Thlr. (Transport- und Zerkleinerungskosten ebenfalls $2\frac{1}{2}$ Thlr.), so ergiebt dies einen bisherigen Waldpreis von

$1\frac{1}{2}$ Sgr. pr. Cubikfuss. Bringt man davon $\frac{3}{4}$ Sgr. in Abzug, so verbleiben $\frac{3}{4}$ Sgr. pr. Cubikfuss = $1\frac{1}{4}$ Thlr. pr. Malter Waldpreis; denn diese und $2\frac{1}{2}$ Thlr. Transport- und Zerkleinerungskosten ergeben $3\frac{3}{4}$ Thlr. pr. Malter = 2,25 Sgr. pr. Cubikfuss.

Nimmt man an, dass die Zeit der Zimmerheizung Anfang November beginne und Mitte April durchschnittlich ende, so ist für Braunschweig und seine Umgebungen die mittlere Wärme der dazwischen liegenden Monate

im November + 4,179

im December + 3,002

im Februar + 2,083

im März + 2,203

im halben April + 3,684

Summa + 15,151

davon die mittlere Wärme

des Monat Januar . . — 1,491

bleibt + 13,660 : 5,5 = + 2,48

mittlere Wärme für den Zeitraum von Anfang November bis Mitte April.

Hiernach lässt sich die Grösse des Holzverbrauches in einem Zimmer bezeichneter Art während eines Zeitraumes von 168 Tagen bei einer mittleren Temperatur von + 2,48 Graden auffinden. Sie beträgt nach den vorstehend mitgetheilten Berechnungen bei + 2 bis — 1°:

		Cubik- fuss		Durchschnittlicher Marktpreis für 1000 Stück:	
1. Giffhornscher Stechtorf 168.	1,40 = 235 = 9000 Stück			1 Thlr. 10 Sgr. = 12 Thlr.	
2. Schwerer Backtorf . 168. (Bortfeld)	0,66 = 111 = 5660 „			2 „ 3 „ = 12 „	
3. Brauner Moostorf . . 168. (Burgdorf)	1,88 = 316 = 4550 „			1 „ 8 „ = 5 ² / ₃ „	
				für 1 Malter	
4. Rothbuchen-Scheitholz 168.	0,92 = 155 = 3 Malter			5 Thaler = 15 „	
5. Hainbuchen-Scheitholz 168.	1,13 = 218 = 4 ¹ / ₃ „			5 ¹ / ₂ „ = 23 ³ / ₄ „	
6. Eichen-Scheitholz . . 168.	1,05 = 176 = 3 ¹ / ₂ „			4 „ = 14 „	
7. Erlen-Scheitholz . . 168.	1,43 = 240 = 4 ³ / ₄ „			3 ¹ / ₂ „ = 16 ² / ₃ „	
8. Kiefer-Scheitholz . . . 168.	0,97 = 163 = 3 ¹ / ₄ „			3 „ = 9 ³ / ₄ „	
9. Fichten-Scheitholz . . 168.	1,43 = 240 = 4 ³ / ₄ „			3 „ = 14 ¹ / ₄ „	

Eine um etwas grössere oder geringere Grundfläche des Zimmers hat keinen bemerkbaren Einfluss auf Mehr- oder Minderverbrauch an Brennstoff, selbst wenn die Differenz bis 20% beträgt. Dagegen zeigt jeder Unterschied in der Zimmerhöhe einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse des Heizbedarfs. In der Wohnung, die ich gegenwärtig inne habe, beträgt die Zimmerhöhe $14\frac{1}{2}$ Fuss, daher $3\frac{1}{2}$ Fuss mehr als in dem, im übrigen ziemlich gleichen Zimmer der Wohnung, in welcher die mitgetheilten Versuche gemacht wurden. Der durchschnittliche Bedarf für eine Tagesheizung betrug in dem Zimmer von 11 Fuss Höhe bei $+2$ bis -1° Tagestemperatur:

120jähriges Rothbuchen-Scheitholz = 35 Pfund

Gifhornscher Stechtorf = 35 „

In meinem jetzigen Versuchszimmer ist bei gleicher Tagestemperatur im Freien und bei gleichem Feuerungsapparate der tägliche Verbrauch für beide Brennstoffe durchschnittlich um 8 Pfund höher. Dies ergibt für 168 Heiztage von obiger Mitteltemperatur $1344 \text{ Pfd.} = 35 \text{ Cubikfuss} = 0,7 \text{ Malter Rothbuchen-Scheitholz, à 5 Thlr.} = 3\frac{1}{2} \text{ Thlr.}$ jährlicher Mehrkosten für die Annehmlichkeit des Bewohnens sehr hoher Zimmer.

Zu dem hier berechneten Holz- oder Torfverbrauche für jede Stube bezeichneter Grösse (11 Fuss Höhe) gesellt sich nun noch der Verbrauch für die Küche, der für einen Hausstand von 8 Personen im Sommerhalbjahre 25 Pfund, im Winterhalbjahre 50 Pfund Rothbuchen-Scheitholz, für das Jahr daher durchschnittlich 38 Pfund oder 1 Cubikfuss Rothbuchenholz pr. Tag, oder 365 Cubikfuss = 7,3 Malter jährlich beträgt. Dazu der Verbrauch im Waschhause für vier grössere und vier kleinere Wäschen mit 1 Malter Rothbuchenscheit, ergibt 8,3 Malter für Küche und Waschhaus. Dazu drei Zimmerheizungen, jede zu 3 Malter, ergibt einen jährlichen Verbrauch von 17 Malter Rothbuchen-Scheitholz, oder einer dieser im Brenn-

werthe äquivalenten Brennstoffmasse anderer Art, deren höherer oder geringerer Kostenbetrag sich aus den vorstehenden Angaben leicht berechnen lässt.

Zu der vorstehenden Verbrauchsberechnung muss ich jedoch noch bemerken:

1) Dass der Verbrauch des schweren Backtorfs sich dadurch um etwas günstiger stellt, dass, in Folge des schwereren und langsameren Verbrennens, eine Ueberfeuerung und ein nutzloser Verbrauch durch Unaufmerksamkeit des Gesindes seltener stattfindet, als bei jedem leichter und rascher fortbrennenden Material. Es gilt dies jedoch nur für die schweren Backtorfe von 50 Pfunden Gewicht pr. Braunschweiger Cubikfuss, meist in Sooden von 34 bis 36 Cubikzoll und 1 Pfund bis 1 Pfund 2 Loth Gewicht verkauft, wenn solche nicht über 18 Procent Wasser und keine betrügerische Beimengung von Sand oder Kies enthalten, wovon man sich durch Schlemmen der Asche in Wasser leicht überzeugen kann. Der natürliche, staubige Aschegehalt kann ein sehr hoher, bis 50 Procent steigender sein, ohne dem Torf einen geringeren Brennwerth zu geben. Die leichten Backtorfe haben in der Regel keinen grösseren Brennwerth, als gleiche Volumina guten Stech-Moortorfes, und werden gar zu häufig aus in Wasser aufgelösten Abfällen von Stechtorf, vermengt mit Sägespännen und anderen brennbaren Abfällen betrügllicherweise zubereitet.

2) Für die Torfe habe ich die Winter-Marktpreise in Rechnung gestellt, weil die wenigsten Haushaltungen so viel Brennstoffgelass haben, um den ganzen Jahresbedarf im Sommer ankaufen und unterbringen zu können. Die Sommerpreise sind bedeutend geringer und fallen für den Stechtorf in der Regel von 1 Thlr. 10 Sgr. auf 1 Thlr. 5 Sgr., für den Backtorf von 2 Thlr. 3 Sgr. auf 2 Thlr., in Folge dessen bei Sommerankauf der Torfverbrauch im Verhältnisse zum Holzverbrauche sich noch viel günstiger stellt.

3) Dass der Verbrauchsberechnung für das Kieferholz

die Wirkung eines 120jährigen Stammholzes zum Grunde liegt, der angesetzte Marktpreis von 3 Thlr. sich auf ein meist nur 60—80jähr., auf hiesigem Markte fast allein bekanntes und bei weitem weniger brennkräftiges Material bezieht.

4) Dass der gegenwärtige Marktpreis in hiesiger Stadt für die Scheithölzer etwas höher ist, als in Vorstehendem angenommen wurde, und zwar:

Rothbuchen - Scheitholz 5 Thlr. 8 Ggr. Dazu
16 Ggr. Zerkleinerungskosten = 6 Thlr.

Hainbuchen - Scheitholz 6 Thlr. + 16 Ggr. =
6 Thlr. 16 Ggr.

Eichen - Scheitholz 4 Thlr. + 16 Ggr. = 4 Thlr.
16 Ggr.

Erlen - Scheitholz 4 Thlr. 12 Ggr. + 16 Ggr. =
5 Thlr. 4 Ggr.

Kiefern- und Fichten - Scheitholz 3 Thlr. +
16 Ggr. = 3 Thlr. 16 Ggr.

Die kleinen Waasen, wie sie die Bauern aus ihren Mittel- und Niederwäldern häufig hier zu Markte bringen, bestehend zur Hälfte aus 2- bis 3zölligen, meist gespaltenen Birken-, Eichen-, Hainbuchen-Stangen, zur anderen Hälfte aus Reiserholz dieser Holzarten, wiegen, gut ausgetrocknet $4\frac{1}{2}$ bis 6, durchschnittlich $5\frac{1}{4}$ Pfunde pr. Stück, 315 Pfunde pr. Schock. Der Cubikfuss Braunschweigisch, im Durchschnitt zu 32 Pfunden Lufttrockengewicht gerechnet, ergibt 10 Cubikfuss Holzmasse pr. Schock; deren Durchschnittspreis 1 Thlr. pr. Schock = 5 Thlr. pr. Malter, à 50 Cubikfuss ist.

Um bei + 2 bis - 10 äusserer Luftwärme das Zimmer auf + 15° erwärmt zu halten, waren erforderlich:

Von Eichen Bauerwaasen 35 Pfunde lufttrocken

„ Birken	„	34	„	„
„ Hainbuchen	„	36	„	„
„ Erlen	„	35	„	„
„ Haseln	„	32	„	„

Die Brennwirkung stellt sich daher, wie das Vorhergehende zeigt, der des Scheitholzes derselben Holzarten ziemlich gleich, sogar um etwas besser für Eichen, Hainbuchen und Birken. Merkwürdigerweise leistete auch hier die Hainbuche weniger, als alle übrigen der untersuchten Waashölzer. Die Wasserverdunstung betrug in allen fünf Fällen genau 29 Lothe.

5) Das Hainbuchenholz steht auch hier in der Werthschätzung der Consumenten weit höher als das Rothbuchenholz, viel höher, als dessen Brennwerth sich aus meinen Untersuchungen herausstellt. Die hohe Summe des Kostenaufwandes aus dem Verbräuche von Hainbuchen-Scheitholz ($23\frac{3}{4}$ Thlr.) entspringt aus der Zusammenstellung der hiesigen Marktpreise mit dem nach meinen Versuchen bedeutenden Masse-Aufwande. Sehr auffallend ist es, dass auch diese zweite Versuchsweise das Hainbuchenholz tief unter den Brennwerth des Rothbuchenholzes stellt (vergl. S. 32, 37 und 48).

6) Der jährliche Verbrauch von 17 Malter Rothbuchen-Scheitholz oder einer anderen, dieser gleichwerthigen Brennstoffmasse, erscheint gegen den wirklichen häuslichen Verbrauch etwas hoch. Das liegt darin: dass einestheils eine ununterbrochene Zimmererwärmung der drei Räume während der bezeichneten Zeit vorausgesetzt wurde, wogegen in der Wirklichkeit Stunden, selbst Tage der Nichtbenutzung eines oder mehrerer dieser Räume eintreten; dass ferner in jeder Wirthschaft mannigfaltige Ersparnisse an Brennstoff, theils durch Benutzung ein und derselben Wärme zu verschiedenen Zwecken, theils durch aussergewöhnliche Sorgfalt auf Versorgung der Feuerungsapparate eintreten können, deren Grösse und Wirkung auf Minderverbrauch aber so verschieden ist, dass sich dafür in einer allgemeinen Verbrauchsberechnung kein Ansatz machen lässt.

Dritter Abschnitt.

Einige andere Fingerzeige in Bezug auf zweckmässige Beschickung der Stubenöfen mit Brennstoffen.

Aus theoretischen Gründen muss man annehmen, dass die Menge der, durch Verbrennung eines und desselben Brennstoffes sich entwickelnden Wärme unter allen Umständen dieselbe sei, vorausgesetzt, dass die Verbrennung selbst eine vollkommene ist. Unter dieser Voraussetzung ist es gleichgültig, ob die Verbrennung in freier Luft oder in einem oder dem anderen Feuerungsraume geschieht, ob sie lebhaft verläuft oder auf einen längeren Zeitraum sich vertheilt, ob die Speisung mit kalter oder warmer, mit trockener oder feuchter Luft, ob sie mit sauerstoffarmer Luft oder in reinem Sauerstoffgase geschieht. Ein Scheit Buchenholz, in drei Theile von gleichem Gewicht gespalten, von welchen ein Theil in freier Luft, der andere in einem gut construirten, der dritte in einem schlecht gebaueten Feuerungsraume verbrannt, wird in allen drei Fällen gleiche Wärmemengen entwickeln, wenn die Verbrennung vollkommen ist. In diesem, aber auch nur in diesem Sinne kann man von einer absoluten Brennkraft eines jeden der verschiedenen Brennstoffe sprechen, etwas mehr als doppelt so gross bei Steinkohlen wie bei Braunkohlen, Torf und Holz, welche letztere unter sich bei weitem weniger erhebliche, immer aber doch noch bemerkenswerthe Unterschiede in dieser Hinsicht zeigen.

Die Ermittlung dieser absoluten Brennkraft in besonderen Wärmemessern ist bisher nur sehr unvollständig gelungen. Aber selbst dann, wenn wir mit dem Maximum

der Wärmeentwicklung aus unseren Brennstoffen genau bekannt wären, würde diese Kenntniss doch nur in sofern von praktischem Nutzen sein, als man daraus die Zweckmässigkeit der Construction jedes Feuerungsapparates zu ermessen in Stand gesetzt würde, durch Vergleich der möglicherweise nutzbar zu machenden mit der wirklich nutzbar gemachten Wärmemenge, was nothwendig von Einfluss auf das Bestreben nach Verbesserung der Feuerungsapparate sein würde. Den in der Regel an seinen Feuerungsapparat gebundenen Consumenten interessirt nur das Rangverhältniss, in welchem die verschiedenen Brennstoffe zu seinem Feuerungsapparate stehen, und die Frage, welche er an die Wissenschaft stellt, bezieht sich stets nur auf den Nutzungswerth der verschiedenen Brennstoffe in seinem Feuerungsapparate.

Bei der Verbrennung in freier Luft ist der Wärmeverlust am grössten durch das ungehinderte Hinzutreten und Entweichen übergrosser Luftmengen. Deshalb bedienen wir uns für die Verbrennung verschiedenartiger Feuerungsapparate, deren Zweck es ist, den Zutritt und Wechsel der Luft auf das, zu einer vollkommenen Verbrennung erforderliche Maass zu beschränken, dann aber auch die entbundene Wärme aufzufangen, festzuhalten und in möglich grösster Menge für den gerade vorliegenden Zweck der Verwendung nutzbar zu machen. Je grösser derjenige Theil einer durch Verbrennung entbundenen Wärmemenge ist, der in einem Feuerungsapparate dem vorliegenden Zwecke der Verwendung dienstbar gemacht wird, um so zweckmässiger ist die Construction des Apparates. Die Zwecke der Verwendung sind nun aber sehr verschieden; es sind andere für den Ofen des Zimmerraumes als für den Kochheerd, andere für den Ofen des Bäckers, für den der Glashütte und des Hüttenbetriebs. Jedem dieser Zwecke entsprechen nun besondere Eigenthümlichkeiten im Baue des Feuerungsapparates, und diese haben wiederum einen

wesentlichen Einfluss auf die Heizwirkung der verschiedenen Brennstoffe, der Art, dass ein und derselbe Brennstoff einen sehr verschiedenen Nutzungswerth besitzen kann, je nachdem er in dem einen oder anderen Feuerungsapparate für den einen oder den anderen Zweck verwendet wird; woraus dann folgt, dass es einen absoluten Nutzungswerth der Brennstoffarten, mithin auch ein allgemeines Rangverhältniss derselben gar nicht gebe, dass ein solches nur hergestellt werden könne, mit specieller Beziehung zu dem Apparate und Zwecke seiner Verwendung, daher auch nur aus Versuchen in gleichen oder doch sehr ähnlichen Feuerungsapparaten sich richtig ermitteln lasse.

Welches der Nutzungswerth der verschiedenen Brennstoffe für den eisernen Stubenofen sei, das ist es, was ich durch meine Versuche zu ermitteln beabsichtigte. Die Beziehungen auf Kochwirkung, die ich meinen Versuchen gegeben habe, dürfen nur bedingt als maassgebend betrachtet werden, insofern nämlich die Kochwirkung in einem dem Stubenofen gleichen oder doch ähnlichen Apparate erzielt wird. Für wirkliche Kochheerde von oft sehr abweichender Construction können sich abweichende Rangverhältnisse der Brennstoffe herausstellen. Auch für Massenöfen zur Zimmerheizung, selbst für solche aus glasirtem oder aus rauhem Thone, aus Backsteinen oder Kacheln, kann die Rangfolge eine andere sein. Zu ermitteln, in welchem Grade dies der Fall ist, bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten. Der von mir befolgte, sehr einfache, keine besonderen Vorrichtungen erheischende, und doch, wie ich glaube, genügend wissenschaftliche Gang der Untersuchung dürfte vielleicht dazu beitragen, eine allgemeinere Betheiligung an solchen Versuchen ins Leben zu rufen. Eine Brückwaage neben dem Ofen zum Abwägen der Brennstoffe, einige Thermometer und Blechgefässe zur Wasserverdunstung sind Alles, was die Ausführung der Versuche erheischt. Die darauf verwendete Zeit und Arbeit wird

reichlich vergütet werden durch Ersparnisse an Feuerungskosten bei der Beschickung mit dem für den besonderen Zweck den grössten Nutzen bringenden Brennstoffe, wo nicht ein gleicher oder ähnlicher Feuerungsapparat als der, aus welchem die mitgetheilten Versuchsergebnisse hervorgingen, diese letzteren zur Weisung geeignet macht.

Bei jeder Verbrennung vertheilt sich die entbundene Gesamtwärme in mehrere ungleich grosse Theile. Ein Theil derselben wird verwendet auf die Unterhaltung des Verbrennungsprocesses, da, bei der chemischen Zerlegung des Brennstoffes in brennbare Gase, eine bedeutende Wärmemenge gebunden und dadurch wirkungslos wird. Denn nicht das Holz oder der Torf, sondern die durch Erhitzung unter Sauerstoffzutritt sich bildenden Brenngase sind es, die da brennen. Allerdings wird im Feuerungsraume des Stubenofens der grösste Theil der hierbei gebundenen Wärme in Folge des Verbrennens der brennbaren Gase zu Wasser und Kohlensäure wieder frei und wirksam, aber ein nicht unbedeutender Antheil der Brenngase entweicht aus schlecht construirten Feuerungsapparaten oder bei schlecht geleiteter Verbrennung unverbrannt, und führt die an sie gebundene Wärmemenge mit sich. Je lebhafter die Verbrennung, je grösser das Flammfeuer, um so geringer ist der Betrag dieses Wärmeverlustes.

Ein anderer Wärmeantheil geht verloren durch Verflüchtigung des dem Brennstoffe beigemengten Wassers in Dampfform; er ist um so grösser, je grösser der Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes über den Gehalt an hygroskopischem Wasser ist.

Die Verbrennung fordert den ununterbrochenen Zutritt von Sauerstoffgas und wird nur dadurch unterhalten. Der Brennstoff entnimmt ihn bei seiner durch die Erwärmung eingeleiteten Zerlegung aus der zuströmenden atmosphärischen Luft. Letztere enthält davon aber nur ungefähr $\frac{1}{4}$ ihres Volumen. Mindestens $\frac{3}{4}$ der zum Brennstoffe strö-

menden Luft, aus Stickstoffgas bestehend, müssen daher fortdauernd durch den Schlott des Feuerungsapparates ausgetrieben werden und nehmen eine bedeutende Menge der Wärme mit sich fort. Die gesteigerte Heizwirkung bei Verbrennung in reinem Sauerstoffgase beruht vorzugsweise auf dem Wegfall dieses Verlustes, dessen Grösse sich danach beurtheilen lässt. In allen Feuerungsapparaten des häuslichen oder technischen Verbrauchs ist derselbe nicht ganz zu vermeiden; denn wollte man den Heizraum so sehr verlängern, dass alle Wärme der in ihm enthaltenen Luft an ihn abgesetzt, die ausströmende Luft bis zur Temperatur der einströmenden abgekühlt wird, so würde der, nur auf der Temperaturdifferenz der ein- und ausströmenden Luft beruhende Luftzug in den Feuerungsraum aufhören und damit die nothwendigste Bedingung der Verbrennung aufgehoben sein. Die Zweckmässigkeit der Construction aller Feuerungsapparate beruht aber vorzugsweise darin, dass dieser directe Verlust ein möglichst geringer ist.

Wird durch den Feuerungsapparat eine grössere Luftmenge dem Brennstoffe zugeführt, als zur lebhaften Verbrennung erforderlich, so ist der Verlust an erwärmter Luft durch den Schlott in demselben Verhältniss ein grösserer. Ist die zugeführte Luftmenge eine zu geringe, so tritt für einen Theil der Brennstoffmasse durch die im Feuerungsraume bereits erzeugte Hitze ein Verkohlungsprocess ein, erkennbar an dem sogenannten Schwehlen oder Glimmen des Brennstoffs, in Folge dessen ein bedeutender Antheil der gasförmigen, brennbaren Zersetzungsproducte unverbrannt, daher wirkungslos durch den Schlott entweicht.

Ein letzter Antheil der gesammten Wärmemenge geht strahlend oder geleitet an den Feuerungsapparat über, theils unmittelbar vom Brennstoffe des Feuerungsraumes, theils von der erhitzten Luft des Heizraumes aus. Dies allein ist der zur Wirkung kommende, also nutzbare Theil

der entbundenen Wärmemenge, um so grösser, je geringer die Verluste auf den vorgenannten Wegen sind.

Auf die Grösse dieses Verlustes hat nun aber nicht allein die Beschaffenheit des Feuerungsapparates und der Brennstoffe, sondern auch die verschiedene Zubereitung ein und desselben Brennstoffes für die Verbrennung, die Beschickung des Feuerungsraumes mit dem Brennstoff, d. h. die Menge der gleichzeitig zur Verbrennung gestellten Brennstoffmengen, deren Lagerung und die Dauer zwischen je zweien Heizungen, endlich die Sorgfalt, welche man während und nach der Verbrennung auf Regulirung des Luftzuges und auf Erhaltung der erzeugten Wärme verwendet, einen wesentlichen Einfluss.

Was ich in dieser Hinsicht für unsere eisernen Stubenöfen beobachtet habe, will ich in Nachfolgendem mittheilen:

1) Trockenheit des Brennstoffs bis zur Lufttrockne ist in allen Fällen eine wesentliche Bedingung zur Erzielung guter Heizeffekte. Ich habe bereits angedeutet, dass innerhalb der Grenzen des lufttrockenen Zustandes ein höherer Grad hygroskopischer Feuchtigkeit die Brennwirkung nicht beeinträchtigt, dass in vielen Fällen sogar das Entgegengesetzte aus den Versuchen gefolgert werden könne. Der Ansicht, dass hierbei eine Zersetzung des hygroskopischen Wassers und die Bildung von Brennstoff im Wasserstoffgase desselben wirksam sei, lässt sich allerdings entgegenstellen, dass die Wasserzersetzung eine gleiche Wärmemenge binde, wie durch Verbrennung des Wasserstoffgases zu Wasser frei werde; allein dieser Einwand, abgeleitet aus allgemeinen Erfahrungen, muss in gleicher Weise auch den ganzen eigenen Wasserstoffgehalt der Brennstoffe treffen, auch der Ueberschuss an diesem gegen die Elemente der Wasserbildung, da derselbe doch ebenfalls chemisch gebunden ist und eine Entbindungswärme fordert, die mit einem gleichen Quantum der frei werdenden Ver-

bindungswärme zu compensiren ist. Damit wäre aber dem Wasserstoffgehalt der Brennstoffe jeder Einfluss auf Steigerung der Heizkraft abgesprochen, was mit den bisherigen Erfahrungen im Widerspruche steht. Das Thatsächliche in dieser Richtung ist uns zur Zeit noch zu wenig aufgeklärt, als dass sich etwas Bestimmtes daraus herleiten liesse.

Giebt man aber auch zu, dass eine Vermehrung der Gesamtwärme eines verbrennenden Körpers durch dessen hygroskopische Feuchtigkeit und deren Zersetzung nicht gesteigert werden könne, so schliesst dies doch noch keineswegs die Möglichkeit einer Steigerung der auf diesem Wege nutzbar werdenden Wärmemenge aus. Bei dem in unseren Feuerungsapparaten stets sehr bedeutenden Verluste an Wärme kann es sehr wohl sein, dass die, jeden Falles in der Glühhitze des brennenden Stoffes eintretende Zerlegung des hygroskopischen Wassers eine Wärmemenge bindet, die ohnedies grossentheils wirkungslos verloren gegangen sein würde, während der Wasserstoff aus der Zerlegung hygroskopischen Wassers, unter günstigeren Verhältnissen zur Verbrennung und Wirkung auf den Feuerungsapparat gelangend, dadurch den Verlust an zuvor gebundener Wärme vielfach ersetzt.

Die von mir in der tabellarischen Uebersicht zusammengestellten Versuche beziehen sich, mit wenigen als solche bezeichneten Ausnahmen, auf wirklich lufttrockene Brennstoffe. Aus der Columne a kann man, durch Ergänzung der dort aufgeführten Gewichtsmengen auf den Betrag von 10 Pfunden, den im lufttrockenen Zustande verbliebenen Gehalt an hygroskopischem Wasser ersehen und, mit Herbeiziehung der in Columne b verzeichneten Massengrössen jener 10 Pfunde erfahren, ob ein zu verwendender Brennstoff im lufttrockenen Zustande sich befinde, oder wie weit er von diesem noch entfernt sei und eines ferneren Austrocknens zur Erzielung der grössten Brennwirkung

bedürfe. Die unmittelbare Constatirung des lufttrockenen Zustandes ist mit vielen fortgesetzten Wägungen verbunden und dadurch in der Praxis selten ausführbar.

2) Um einen Anhalt zu gewinnen in Bezug auf den Einfluss, welchen ein geringerer oder höherer Grad der Zerkleinerung des Holzes auf die Brennwirkung desselben in unseren Stubenöfen äussert, wurde, von ein und demselben Baume und Schafttheile entnommenes, völlig lufttrockenes Rothbuchen-Reidelholzes von 40jährigem Alter in einfüssige Scheite, zur Hälfte von 5 Quadrat-Zoll, zur anderen Hälfte von nur $1\frac{1}{2}$ Quadratzoll Schnittfläche gespalten. Einen Tag um den anderen abwechselnd mit dem grob und klar gespaltenen Holze, wurde die Feuerung des Ofens von Morgens 8 Uhr bis Abends 10 Uhr der Art beschickt, dass die Zimmerluft auf 15 Grad Réaum. so viel wie möglich gleichmässig blieb, bis es endlich glückte, die Resultate der Wärmemessung zweier Tage gegenüber zu stellen, an denen der Gang des vor dem Fenster in freier Luft aufgestellten Thermometer ein völlig gleicher war.

Die durch die Verbrennung entwickelte Wärme wurde von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ Stunde sowohl im Wasser eines Kochgefässes als an einem in der Nähe des Ofens aufgehängten Thermometer gemessen und verzeichnet, ausserdem die Menge des im Kochgefässe während der Versuche verdunsteten Wassers bestimmt.

An den beiden Tagen von gleichem Thermometerstande, $+ 3$ bis $+ 5^{\circ}$, $+ 4\frac{3}{4}^{\circ}$ Tagestemperatur zwischen 8 Uhr Morgens und 10 Uhr Abends, ergab die Wärmemessung nachstehende Resultate:

1) Versuch mit dem grob gespaltenen Holze.

Von 8 Uhr Morgens bis $11\frac{1}{2}$ Uhr Abends, also in $15\frac{1}{2}$ Stunden wurden 38 Pfunde*) lufttrockenen Holzes in

*) Der Verbrauch war hier ein grösserer, als in den früher mitgetheilten Heizversuchen gleicher Art, in Folge grösserer Höhe eines anderen Zimmers.

sieben Heizungen verwendet, um das Zimmer gleichmässig auf 15° erwärmt zu halten. In der Nähe des Ofens schwankte die Temperatur der Luft hierbei zwischen 16 und 19 Graden. Es wurden 3 Scheite für jede Feuerung verwendet, deren Flammfeuer $1 - 1\frac{1}{4}$ Stunde dauerte. Der Versuch ergab aus 62 Beobachtungen (in $15\frac{1}{2}$ Stunden):

Wärmesteigerung in der Zimmerluft:

in Summa 384 Grade; durchschnittlich $\frac{384}{62} = 6,2$ Gr.

Wärmesteigerung im Kochgefässe:

in Summa 2069 Grade; durchschnittlich $\frac{2069}{62} = 33,4$ Gr.

Gewicht des verdunsteten Wassers = 2,48 Pfunde.

2) Versuch mit dem dünn ausgespaltenen Holze.

Von 8 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends, also in 14 Stunden wurden die 38 Pfunde Holz in 10 Heizungen verwendet, jede zu 9 — 10 Scheite, deren Flammfeuer durchschnittlich nicht länger als $\frac{1}{3}$ Stunde dauerte. Der Versuch ergab aus 56 Beobachtungen (in 14 Stunden):

Wärmesteigerung in der Zimmerluft:

in Summa 360 Grade; durchschnittlich $\frac{360}{56} = 6,5$ Gr.

Wärmesteigerung im Kochgefässe:

in Summa 1990 Grade; durchschnittlich $\frac{1990}{56} = 35,5$ Gr.

Gewicht des verdunsteten Wassers = 2,75 Pfunde.

Es geht hieraus hervor, dass die Summe der Wärmesteigerung durch Verbrennung gleich grosser Gewichtsmengen desselben Brennstoffs, dass die Gesamtlänge aller Ordinaten sowohl in der Zimmerluft als im Wasser des Kochgefässes grösser ist bei grober als bei klarer Spaltung des Holzes, offenbar in Folge der langsameren Verbrennung des grob gespaltenen Holzes, und der grösseren Wärmemenge, welche dadurch zur Wirkung auf den Feuerungsapparat gelangte, während bei der lebhafteren Ver-

brennung des klar gespaltenen Holzes eine grössere Menge der entbundenen Wärme wirkungslos durch den Schlott verloren ging. Dagegen ist die mittlere Ordinatenlänge, also die Wärmesteigerung in jedem Zeitpunkte der Verbrennungsdauer, grösser bei klar gespaltenem als bei grob gespaltenem Holze, sowohl in der Zimmerluft (6,5 Grade) als im Wasser des Kochgefässes (35,5 Grade).

Für Beurtheilung der Brenngüte des einen und des anderen Materials in Bezug auf Luftheizung ist jedoch nicht die mittlere, sondern die Gesamtlänge aller Ordinaten maassgebend, und verdient das grobspaltige Holz den Vorzug vor dem klar gespaltenen durch die längere Dauer der Erwärmung in dem Verhältniss wie 384 zu 360 nach der Temperatur in der Nähe des Ofens gemessen; in dem Verhältniss wie $15\frac{1}{2}$ zu 14, nach der Temperatur in der Mitte des Zimmers gemessen.

Anders stellt sich das Verhältniss in Bezug auf Kochwirkung. Obgleich auch hier die Summe der Wärmesteigerung durch grob gespaltenes Holz eine grössere ist, als bei Verwendung gleicher Gewichtsmengen klar gespaltenen Holzes (2069 : 1990), ist demungeachtet die Gewichtsmenge des durch letzteres verdunsteten Wassers eine grössere. Da die Erwärmungsdauer durch das klar gespaltene Holz in dem Verhältniss wie 14 zu $15\frac{1}{2}$ eine geringere ist, kann die Ursache der grösseren Wasserverdunstung nur in dem Uebermaass der mittleren Ordinatenlänge liegen, also in der um $35,5 - 33,4 = 2,1$ Grade durchschnittlich höheren Erwärmung des Wassers; 1990 Grade Wärme, im Zeitraume von 14 Stunden dem Wasser mitgetheilt, haben eine grössere Verdunstung bewirkt, als 2069 Wärmegrade, innerhalb $15\frac{1}{2}$ Stunden das Wasser erwärmend. In sofern man berechtigt ist, die Kochwirkung nach der Grösse der Wasserverdunstung zu messen, würde daher dem klar gespaltenen Holze der Vorzug vor dem grob gespaltenen zu geben sein, und zwar

in dem Verhältniss wie 2,75 zu 2,48 oder wie 35,5 zu 33,4.

3) Zur Einleitung und Unterhaltung des Verbrennens ist in jedem Feuerungsapparate ein ununterbrochenes Zuströmen von Luft durch die Thür des Feuerungsraumes nothwendig, die, nach ihrer Erwärmung in letzterem, durch neu hinzudringende Zimmerluft verdrängt und grösstentheils durch den Schlott ausgetrieben wird. Dadurch ist die Wirkung jedes Brennstoffes wesentlich abhängig von der Menge, in welcher er gleichzeitig der Verbrennung unterworfen wird. Verwendet man für jede Heizung zu geringe Brennstoffmengen, so geht eine verhältnissmässig grössere Wärmemenge nutzlos durch den Schlott mit der erwärmten Luft verloren. Man kann einen Cubikfuss Holz oder Torf verbrennen, ohne dadurch eine wesentliche Erwärmung des Feuerungsapparates zu erzielen, wenn das Brennmaterial nach und nach in sehr kleinen Stücken verbrannt wird, weil sich alsdann nur die zu- und abströmende Luft erwärmt, ohne dass von der entbundenen Wärme dem Feuerungsapparate ein wesentlicher Antheil zu Gute kommt. Verwendet man hingegen zu grosse Brennstoffmengen für jede einzelne Heizung, wird dadurch mehr Wärme gleichzeitig erzeugt, als der Ofen aufzunehmen und abzuleiten vermag, so ist der Wärmeverlust durch den Schlott ebenfalls ein sehr bedeutend grösserer. Man kann zwar in diesem Falle den Verlust etwas vermindern, durch Verringerung der in den Feuerungsraum zuströmenden Luftmenge mittelst des an den Ofenthüren zu diesem Zwecke angebrachten Regulators, allein diese Hülfe ist stets eine sehr unvollkommene, denn, verringert man den Luftzutritt unter das für die lebhafte Verbrennung nöthige Maass, so kann man dadurch zwar die Verbrennung selbst auf einen längeren Zeitraum ausdehnen, allein es tritt alsdann, durch die im Feuerungsraume bereits erzeugte Hitze, für einen grösseren oder geringeren Theil des Brennstoffs ein Ver-

kohlungsprocess ein, der zur unausbleiblichen Folge hat, dass ein Theil der brennbaren Gase, ohne entzündet zu werden, also auch ohne Brennwirkung durch den Schlott ausgetrieben wird. Die grösste Heizwirkung wird man stets dann nur erzielen, wenn man eine der Wärmeeaufnahme und Ableitung des Feuerungsapparates angemessene Brennstoffmenge bei dem für deren lebhafte Verbrennung nöthigen Luftzutritte abbrennen lässt.

Für unsere eisernen Stubenöfen hat sich mir folgende Beschickung als die zweckmässigste ergeben.

Nach einer Anfeuerung von 10 — 12 Pfunden Brennstoff bei mehr als 2 Graden Kälte, von 7 — 8 Pfunden Brennstoff bei weniger als 2 Graden Kälte, verwende man für jede folgende, noch an den Kohlen der vorhergehenden zu entzündende Heizung, bei mehr als 2 Graden Kälte 5 — 6, bei weniger als 2 Graden Kälte 3 — 4 Pfunde lufttrockenen Brennstoffs. Bei gut schliessender Ofenthür öffne man den Regulator *) für leicht und lebhaft brennendes Material um 1 — 1½ Quadratzoll, für weniger leicht und lebhaft brennendes Material um 2 — 3 Quadratzoll und nur bei schweren langsam brennenden Backtorfen gebe man den vollen Zug. Schliesst die Thür zum Feuerungsraume nicht dicht, so wird man für lebhaft brennendes Feuerungsmaterial den Regulator in der Regel ganz verschlossen halten können.

4) Bei mehr als 3 Graden Kälte ist für unsere eisernen Stubenöfen, bei der leichten Bauart der Häuser, der Verschluss des Heizraumes durch die Klappe des Abzugsrohres selten und nur dann von wirklichem Nutzen, wenn

*) Unsere eisernen Stubenöfen haben keinen Rost, sondern erhalten den zur Verbrennung nöthigen Luftzug durch eine in der Ofenthür angebrachte halbrunde Oeffnung, die durch eine halbrunde drehbare Blechscheibe von gleicher Grösse verschlossen oder mehr oder weniger weit geöffnet werden kann.

nach dem Abbrennen des Heizmaterials, der Zimmerraum, wie zur Nachtzeit oder bei mehrstündiger Abwesenheit des Bewohners, längere Zeit unbenutzt ist. Während der Tageszeit und bei Anwesenheit des Bewohners muss die Feuerung fast unausgesetzt durch Nachlegen kleiner Mengen des Feuerungsmaterials erhalten werden, nachdem durch eine erste reichliche Heizung die Zimmerluft und die Wände auf die nöthige Wärme von 15 — 16° gebracht wurden. Schliesst man das Abzugsrohr, so sinkt die Temperatur der Zimmerluft sehr rasch auf 10 — 12 Grade hinab, da der Ofen nicht so viel Wärme abgibt, als durch die vielen, meist schlecht schliessenden Fenster und durch die dünnen Wände abgeleitet wird.

Aus demselben Grunde sind die sogenannten Berliner Kachelöfen für unsere leicht gebaueten Häuser und für schlecht verschlossene Wohnräume nicht vortheilhaft. Sind solche Massen-Oefen einmal gut durchwärmt, so haben sie die allerdings grosse Annehmlichkeit einer langsamen und gleichmässigen Wärmeausstrahlung in die Zimmerluft, verlangen auch weniger Brennstoff, wenn das Zimmer dicke massive Wände und gut schliessende Fenster und Thüren hat. Ist das nicht der Fall, fordert der Wohnraum beständige, reichliche Erneuerung der nach aussen rasch entweichenden Wärme, dann verbrauchen die Kachelöfen mehr Feuerungsmaterial, als die eisernen Oefen.

Dahingegen ist das Schliessen des Abzugrohres mittelst der Klappe auch bei dem eisernen Ofen immer vortheilhaft, wenn, nach dem Abbrennen des Feuerungsmaterials, das Zimmer längere Zeit unbenutzt bleibt, indem alsdann die Zimmerluft sich viel langsamer abkühlt, und bei der nächsten Heizung mit weniger Brennmaterial auf die dem Bewohner nöthige Temperatur gebracht werden kann.

Bei geringen Kältegraden und bei den niederen Wärmegraden der Monate November, März und April ist auch aus unseren Wohnräumen der Wärmeabzug viel geringer, schon in Folge der geringeren Differenz der äusseren Luftwärme und der Zimmerwärme. In dieser Zeit ist es vortheilhafter, den Zimmerraum im Laufe des Tages durch 3 — 4 Heizungen gut zu durchwärmen, nach jeder derselben das Abzugsrohr zu schliessen und die folgende Heizung erst dann eintreten zu lassen, wenn die Abkühlung der Zimmerluft dies nöthig macht.

Vierter Abschnitt.

Ueber Gewicht und Gewichtsveränderungen
fester Masse und des Wassergehaltes der
wichtigeren Baumhölzer in verschiedenen
Jahreszeiten.

Es ist eine bekannte Sache, dass die Brennkraft der Hölzer, wenn solche im Sommer gefällt werden, eine geringere ist, als wenn sie in der Zeit ruhender Vegetation zu Gut gemacht werden. Schon G. L. Hartig und v. Werneck haben diesen Umstand bei ihren Versuchen beachtet, und den mit Winterholz ausgeführten Experimenten hier und da einige andere mit Sommerholz derselben Art gegenübergestellt. Die Resultate jener Untersuchungen bestätigen den Minderwerth des Sommerholzes im Allgemeinen, gestatten aber keine Schlüsse auf die Grösse jenes Minderwerthes, da bei der Wahl der beiden in Vergleich gestellten Brennstoffe nicht diejenige Sorgfalt verwendet wurde, die nothwendig ist, um die Gleichwerthigkeit derselben in jeder anderen Hinsicht constatirt zu halten.

Die Ursache des Minderwerthes der im Sommer gefällten Hölzer ist eine zweifach verschiedene. Zuerst ist es der lebendige Pflanzensaft, der, wenn die Pflanze durch den Abhieb getödtet wird, leicht und rasch sich zersetzend, das hervorruft, was wir das Stocken des Holzes nennen. Diese rasche Entmischung getödteter Pflanzensäfte verringert an sich schon den Gehalt des Holzes an Brennstoff, durch Bildung gasförmig entweichender, aus Brennstoff gebildeter Zersetzungsproducte. Dann ist die Entmischung aber auch stets begleitet und

unterstützt durch das Entstehen unendlicher Mengen niederer Pilzgebilde im Inneren des Holzes, deren Lebensthätigkeit den Brennstoffverlust durch Kohlensäurebildung in hohem Grade beschleunigt. Wird hingegen die Pflanze im Winter gehauen, so ist der zu dieser Zeit ruhende, im Winterschlaf liegende Pflanzensaft bei weitem nicht so rasch und leicht der Zersetzung unterworfen; er vermag unter einigermaassen günstigen Umständen rascher auszutrocknen, als jene Zersetzung beginnt, in Folge dessen dann auch der Entstehung jener, die Zersetzung fortführenden Pilzgebilde vorgebeugt wird, was einen eben so günstigen Einfluss auf Erhaltung der ursprünglichen Brennkraft als auf die Dauer des Holzes hat.

Diese Ursache des Minderwerthes im Sommer gefällter Hölzer lässt sich beseitigen durch sehr flaches Ausspalten der Scheite und durch eine Aufstapelung derselben, die ein möglichst rasches Austrocknen zur Folge hat.

Eine zweite nicht zu beseitigende Ursache des geringeren Brennwerthes im Sommer gefällter Hölzer liegt in einem wirklich bestehenden Mindergehalt des Holzes an Brennstoff zu dieser Zeit. Ich habe in meinen physiologischen Schriften nachgewiesen, dass die Holzpflanzen, besonders die Laubhölzer, eine bedeutende Menge von Bildungstoffen, zu Stärkemehl, Gummi, Pflanzenschleim etc. verarbeitet, gegen den Herbst hin im Zellgewebe des Holzes ablagern; dass diese kohlenstoffreichen Körper den Winter über dort ruhen, im Frühjahr aber im Frühljahrsafte der Bäume aufgelöst, und zu der Bildung neuer Triebe, Blätter und Holzlagen des Stammes verwendet werden. Mit Bezug hierauf habe ich jene Stoffe „Reservestoffe des Holzes“ genannt, und es ist einleuchtend, dass das Sommerholz um die Gewichtsmenge derselben leichter, um den Kohlenstoffgehalt derselben weniger brennkräftig sein muss als das Winterholz.

Schon die einfachsten mikroskopischen Betrachtungen

zeigten mir, dass der Minderwerth des Sommerholzes ein sehr verschiedener sei bei verschiedenen Holzarten, da besonders die Nadelhölzer verhältnissmässig arm an Reservestoffen gegenüber den Laubhölzern sich zu erkennen geben, und selbst unter den Laubhölzern bedeutende Unterschiede hierin bestehen.

Die mikroskopische Beobachtung konnte aber keinen Aufschluss geben über die quantitativen Verhältnisse jener Brennstoffverluste, deren Kenntniss besonders für den Brennstoff-Producenten von Wichtigkeit ist, und lag die Aufgabe vor, für Xylometer und Waage ein Material zu finden, aus dessen Gewichts differenzen in den verschiedenen Monaten des Jahres Schlüsse auf die Gewichtsveränderungen desselben Baumtheiles derselben Pflanze gezogen werden durften.

Bei Anlage des forstbotanischen Gartens unserer hiesigen Lehranstalt führte ich die Absicht aus, alle wichtigeren Fortculturpflanzen nicht allein in einzelnen Exemplaren, sondern auch in kleineren, reinen und geschlossenen Beständen zu erziehen, zum Vergleich der Eigenthümlichkeiten im Bestandswuchse dieser Holzarten unter durchaus gleichen Standortsverhältnissen. Diese kleinen Bestände sind jetzt sechszehnjährig, zu Stangenorten herangewachsen, und lieferten das Material zu den nachfolgenden Untersuchungen.

Jedesmal in der Mitte der Monate Januar bis Juli, im September und November wurde, von jeder der in der Tabelle II. aufgeführten 30 Holzarten, eine Stange gefällt, ein $1\frac{1}{2}$ Fuss langes Walzenstück in 4 Fussen Höhe über dem Boden ausgeschnitten, sofort entrindet, gewogen und im Glasxylometer gemessen, dann in zwei gleiche Hälften gespalten, und nach vollständigem Austrocknen, meist nach Verlauf eines halben Jahres, ein zweitesmal gewogen und gemessen.

Alles, was geschehen konnte, um die Annahme zu

rechtfertigen, es seien dieselben Baumtheile derselben Pflanze, die von Monat zu Monat der Messung und Wägung unterworfen wurden, ist bei der Auswahl des Materials beobachtet worden. Die absolut gleichalterigen Pflanzen wurden so viel wie möglich derselben Höhe- und Stärkekategorie entnommen, und stets nur vollkommen gesunde, gut bekronte und belaubte, normal entwickelte Stämme zur Untersuchung verwendet. Das Entrinden der Stammstücke wurde nothwendig, nicht allein um das reine Holzgewicht zu erhalten, sondern auch um den verfälschenden Einfluss ungleicher Rindedicke auf die Berechnung der Veränderungen im Feuchtigkeitsgehalte des Holzes zu vermeiden. Das einmalige Spalten des Holzes nach der ersten Messung und Wägung geschah, um ein rascheres und gleichmässigeres Austrocknen herbeizuführen, vorzugsweise aber, um ein gleichmässigeres Zusammenziehen der Holzfasern zu bewirken und dem Entstehen von inneren Rissen und Sprüngen vorzubeugen.

Die Wägung der in dieser Weise zubereiteten Holzstücke geschah stets sofort nach der Fällung und Entrindung auf einer Waage, die bei einer Belastung von 2 Pfunden $\frac{1}{1000}$ Loth noch mit Bestimmtheit angiebt.

Die Messung wurde im Glasxylometer bis zu 0,00005 Cubikfuss genau vollzogen.

Die zweite Wägung und Messung geschah, nachdem der lufttrockne Zustand eingetreten war, erkennbar an der Gewichtszunahme des Holzstücks bei gesteigertem Feuchtigkeitsgehalte der umgebenden Luft. In diesem Zustande enthielten die Holzstücke bedeutend weniger hygroskopische Feuchtigkeit als die älteren in der Tabelle I. verzeichneten, für die Brennkraft-Versuche verwendeten Hölzer, wahrscheinlich in Folge des geringeren Alters, meist nicht über 3 — 4 % vom Grüngewichte.

Die Resultate dieser Wägungen und Messungen sind in der Tab. II. unter verschiedenen Rubriken verzeichnet.

Betrachten wir nun die aus dieser Zusammenstellung sich ergebenden Verhältnisse:

ad a) Grüngewicht vom Grünvolumen, d. h. das Holzgewicht eines Cubikfusses rheinländisch in Pfunden (Wassergewicht = 66 Pfd.), unmittelbar nach der Fällung des gesunden Baumes, also mit seinem vollen, natürlichen Feuchtigkeitsgehalte.

Da das Holz nicht allein in Folge veränderlichen Feuchtigkeitsgehaltes, sondern auch in Folge ab- und zunehmender Menge fester Reservestoffe (Mehl, Harz etc.) in den verschiedenen Monaten des Jahres eine verschiedene Schwere besitzt, so lässt sich aus den hier zusammengestellten Gewichtsgrößen und deren Differenzen an ein und derselben Holzart ein Schluss, weder auf die Menge der Feuchtigkeit, noch auf die der festen Stoffe ziehen. Die Angaben dieser Columnen haben daher nur technischen Werth, indem sie das absolute Gewicht des jungen frischen Holzes und dessen Veränderungen in den verschiedenen Jahreszeiten nachweisen.

Die letzte Zeile der Tabelle giebt den Durchschnitt des Grüngewichts von 30 Holzarten. Der Durchschnitt aus den Gewichtsmengen der 9 Monate dieser Zeile ergibt 62 Pfunde pr. Cubikfuss.

Die Gewichtsmengen vom Juni bis November, also aus der zweiten Hälfte des Jahres, stellen sich um 2 Pfd. unter, die Gewichtsmengen der ersten Hälfte des Jahres stellen sich um $1\frac{1}{2}$ Pfund höher als jene Durchschnittszahl.

Für die schweren Laubhölzer (1—16) ist die Durchschnittszahl der 9 Monate = 66,9 Pfd.; in der zweiten Hälfte des Jahres durchschnittlich 3,2 Pfd. leichter, in der ersten Jahreshälfte 2,6 Pfd. schwerer.

Für die leichten Laubhölzer (17—24): Durchschnittszahl der 9 Monate = 56,8 Pfd.; in der zweiten Jahreshälfte 3,8 Pfd. leichter, in der ersten Jahreshälfte 3,1 Pfd. schwerer.

Für die Nadelhölzer (26 — 30, also mit Ausschluss der Weisstanne, die ich in die Durchschnittszahlen nicht hineingezogen habe, weil deren, in den ersten Jahren ungewöhnlich langsamer Wuchs ebenso ungewöhnliche, die Durchschnittsgrösse irritirende Gewichtsverhältnisse zur Folge hat) ist die Durchschnittszahl der neun Monate $= 62,6$; die Durchschnittszahl der zweiten und ersten Jahreshälfte steht der jährlichen Durchschnittszahl vollkommen gleich $= 62,6$.

Bei Tanne, Fichte und bei der sommergrünen Lärche ist das Holz der zweiten Jahreshälfte, bei den Kiefernarten ist das Holz der ersten Jahreshälfte das schwerere.

Die Lärche schliesst sich hierin den wintergrünen Nadelhölzern und nicht den sommergrünen Laubhölzern an.

Es besteht daher nur bei den Laubhölzern eine wesentliche Gewichtsdivergenz des grünen Holzes in den bezeichneten Zeiträumen. Da bei diesen die Zeit von Mitte November bis Mitte Mai dem blattlosen, die Zeit von Mitte Mai bis Mitte November dem belaubten Zustand der Pflanze angehört, so ist mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass es die Verdunstung von Feuchtigkeit durch die Blätter sei, welche das Mindergewicht des Holzes während der Dauer der Belaubung veranlasst.

Wenn die Gewichtsverhältnisse, wie sie sich in den Durchschnittszahlen zu erkennen geben, nicht überall auch in den Einzelfällen hervortreten, so liegt die Ursache hiervon ohne Zweifel in individuellen Gewichtseigenthümlichkeiten der gewählten Bäume. Man darf nämlich nicht ausser Acht lassen, dass, wenn auch alles Mögliche geschah, um der Annahme zu genügen, es seien dieselben Baumtheile desselben Baumes, welche von Monat zu Monat der Untersuchung unterworfen wurden, in der That doch jede einzelne Untersuchung an einer anderen Pflanze vollzogen wurde, deren häufig verschiedene, individuelle Eigenschaften

und Beschaffenheiten auch in Gewichts differenzen sich zu erkennen geben und jener Annahme im Einzelfalle entgegen treten. So ist es z. B. einleuchtend, dass, wenn *Pinus nigricans* im Januar 59,7 Pfund, dieselbe Holzart im gleichen Alter und an gleichen Baumtheilen gleicher Stärke im Februar 69,2 Pfund ergab, während *Pinus sylvestris* im Januar 66, im Februar 65 Pfund wog, die Gewichts differenz von 10 Pfund bei *P. nigricans* in einer individuellen Eigenthümlichkeit der erwählten Pflanze ihren Grund haben müsse, wenn dieser selbst auch nicht erkennbar ist. Man könnte in solchen Fällen eine Correction eintreten lassen; ich habe dies jedoch absichtlich unterlassen und die Zahlen genau so gegeben, wie sie aus der Messung und Berechnung hervorgingen; einestheils weil der Leser, welcher die gegebenen Zahlen weiter verwenden will, solche Correctionen leicht selbst vollziehen kann, anderentheils weil es immerhin interessant ist, die aus individuellen Abnormitäten hervorgehende Grösse der Gewichts differenzen zu kennen. In den Durchschnittszahlen verschwinden diese aus individuellen Eigenthümlichkeiten hervorgehenden Gewichtsverschiedenheiten immer mehr, weil sie theils im +, theils im — liegen und diese sich in der Durchschnittszahl gegenseitig aufheben.

ad b) Wenn man die im frischen Zustande gewogenen und gemessenen Holzstücke, nach deren Austrocknen bis zum lufttrocknen Zustande, ein zweitesmal misst und wägt, wenn man darauf mit dem Cubikinhalte des Holzstückes im grünen Zustande in das Gewicht desselben Holzstückes im trocknen Zustande dividirt, so erhält man das Trockengewicht vom Grünvolumen des Holzes, wie es die zweite Spalte nachweist, also das Gewicht eines Cubikfusses grünen Holzes nach dem Austrocknen in freier Luft, das natürlich stets um die Gewichtsmenge des Schwinde maasses geringer sein muss, als das Gewicht eines Cubikfusses trocknen Holzes, da das grüne Holz während des

Austrocknens Volum - Verluste durch Zusammenziehen (Schwinden) erleidet, der Cubikfuss grünen Holzes nach dem Austrocknen daher um das Schwindemaass kleiner ist, als der Cubikfuss trocknen Holzes. Die in dieser Spalte zusammengestellten Zahlen haben unter allen die grösste Bedeutung, sowohl in technischer als in physiologischer Hinsicht. In technischer Hinsicht ergiebt sich aus ihnen der Kraftaufwand, den der Transport gewisser Werthmengen an Brenn- oder Nutzholz erfordert, je nachdem dasselbe im grünen oder trocknen Zustande transportirt wird. Mit einem Kraftaufwande, der erforderlich ist, um 66 Gewichtstheile jungen, frischen Kieferholzes zu transportiren, werden nur 23,5 Werththeile zur Consumtionsstelle befördert, während mit demselben Kraftaufwande 42 Werththeile Hainbuchenholz transportirt werden können. Mit demselben Kraftaufwande, der erforderlich ist, eine gewisse Menge frisch gefällten jungen Kieferholzes von der Stelle zu schaffen, könnte (abgesehen von Volumverhältnissen) beinahe die dreifache Menge im lufttrocknen Zustande transportirt werden. Technische Bedeutung haben ferner die Gewichtsveränderungen, welche das Holz durch das Aufsteigen des Frühjahrssaftes sowohl, wie durch die Wiederansammlung der Reservestoffe erleidet, indem hiervon nicht allein der Brennwerth ein und derselben Holzmasse bei verschiedener Fällungszeit, sondern auch die Dauer des Holzes theilweise abhängig ist.

Treffliche Aufschlüsse liefern uns die Zahlen der zweiten Spalte auch in physiologischer Hinsicht durch den Nachweis der periodischen Veränderungen, sowohl des Feuchtigkeitsgehaltes, als auch des festen Bestandes der Hölzer. Ich werde die darauf zu bauenden Folgerungen in Nachstehendem hervorheben.

Betrachten wir auch hier wieder zuerst die Durchschnittszahl des Trockengewichts vom Grünvolumen aller untersuchten 30 Holzarten; sie ist für das ganze Jahr

= 31,9 Pfd. pr. Cubikfuss, für die Monate der Belaubung ist die Durchschnittszahl = 30,3 Pfd., für die Monate der Entlaubung hingegen = 32,7 Pfd.

Für die schweren Laubhölzer ist die jährliche Durchschnittszahl = 41,5 Pfd.; die der Laubmonate 39,3 Pfd., die der laublosen Monate = 42,7 Pfd. Das in den Laubmonaten geschlagene Holz ist daher durchschnittlich 3,4 Pfund pr. Cubikfuss, also um 8 Gewichtsprocente leichter, als das in den Monaten November bis Mai incl. gefällte Holz.

Für die leichten Laubhölzer ist der Jahresdurchschnitt = 28,2, der Durchschnitt aus den Laubmonaten = 26,5, aus den laublosen Monaten = 29 Pfd. pr. Cubikfuss. Der Gewichtsverlust an fester Masse während des belaubten Zustandes durch Auflösung und Verwendung der Reservestoffe (Mehl, Gummi, Schleim etc.) beträgt daher 2,5 Pfd. pr. Cubikfuss oder 8,6% vom Gewichte des laublosen Holzes.

Für die wintergrünen Nadelhölzer (27 — 30) ist der Jahresdurchschnitt = 25,2 Pfd. pr. Cubikfuss. Während der Monate Juni bis November ausschliesslich, den Laubmonaten der Laubhölzer entsprechend, ist das durchschnittliche Gewicht = 24,6; während der Monate November bis Mai einschliesslich ist das Gewicht 25,9 Pfd. Der Gewichtsverlust an fester Substanz während der Vegetationsmonate ist daher = 1,3 Pfd. pr. Cubikfuss oder 5 Procent vom Gewichte des ausser der Vegetationszeit gehauenen Holzes.

Für die sommergrüne Lärche allein stellt sich allerdings ein anderes Verhältniss heraus, und zwar, durch dieselbe Durchschnittsrechnung, eine Gewichtszunahme von 1,1 Pfd. pr. Cubikfuss während der Vegetationsmonate. Indess, da wir es hier nicht mit Durchschnittszahlen zu thun haben, so kann diese Abweichung sehr wohl durch individuelle Eigenschaften hervorgerufen sein, und das

wird mehr als wahrscheinlich, wenn man erwägt: dass keine erdenkbare Ursache vorhanden ist, weshalb das Gewicht des im November und Januar gehauenen Holzes = $23\frac{1}{2}$ Pfd. constant und normal um $6\frac{1}{2}$ Pfd. geringer sein sollte, als das der Hölzer, welche in den unmittelbar vorhergehenden und nachfolgenden Monaten gehauen wurden.

Abgesehen von den bei der Lärche erlangten Resultaten beträgt daher das Mindergewicht des nach Mitte Mai bis Mitte September gefällten Holzes beim Laubholze 8%, beim Nadelholze 5%. Dies entspricht recht gut der von mir bereits vor 20 Jahren physiologisch begründeten Ansicht: dass die Gewichtsverringerung ihre Ursache habe in der Auflösung und Verwendung von Reservestoffen zur Entwicklung des neuen Jahrringes, neuer Blätter und neuer Jahrestriebe, die im Laubholze vorzugsweise als Stärkemehl, im Nadelholze vorzugsweise als Harze niedergelegt sind. (Vergleiche meine Arbeit „Ueber die Vegetationsperioden der Holzpflanzen“ in meinen Jahresberichten 1837, S. 601, woselbst auch meine Abhandlung: „Ueber Stärkemehl, Milchsaff etc. der Holzpflanzen“ aus Erdmann und Schweigger-Seidel Journal für praktische Chemie 1835, V. S. 217 aufgenommen ist.) Ich muss dem aber hinzufügen, dass in einzelnen Fällen die Menge der in den Holzpflanzen abgelagerten Reservestoffe nicht so gross erscheint, dass man aus deren Auflösung und Wiederansammlung allein die so erheblichen Gewichts-differenzen erklären darf. So ist z. B. im Holzkörper von Fraxinus und Alnus die Menge der Reservestoffe eine verschwindend geringe. Demunerachtet ergeben die Durchschnittszahlen der beiden bezeichneten Vegetationsperioden für die Esche $47,5 - 43,1 = 3,4$ Pfund Gewichtsverlust pr. Cubikfuss = 7,2 Procent Mindergewicht im belaubten Zustande; für die Erle $26,2 - 23,6 = 2,6$ Pfd. Gewichtsverlust pr. Cubikfuss = 10 Procent Mindergewicht

im belaubten Zustande. So weit die Menge der durch Reagentien wahrnehmbaren, im Raume der Zellfasern und Markstrahlen abgelagerten Reservestoffe sich beurtheilen und schätzen lässt, könnte deren Verschwinden eine Gewichtsverringerung von höchstens $\frac{1}{2}\%$ begründen. Es ist mir daher gar nicht unwahrscheinlich: dass die Substanz der Zellwandung selbst einer Minderung und Mehrung ihrer festen Bestandtheile in den beiden Hauptperioden der Vegetation unterworfen sei, eine allerdings hypothetische Annahme, aus der sich aber zugleich die in vieler Hinsicht wesentlich verschiedenen physikalischen Eigenschaften des in der einen oder der anderen dieser Vegetations-Perioden gefällten Holzes herleiten lassen. Es ist dies ein Gegenstand, dessen weiterer Verfolg und Begründung des Du Hamel unseres Jahrhunderts, eines Chevandier würdig wäre.

In Bezug auf die Gewichts-differenzen der einzelnen Holzarten, sowohl unter sich als jeder einzelnen in den verschiedenen Monaten, bedarf es keiner näheren Erläuterungen, sie ergeben sich ohne Weiteres aus der tabellari-schen Uebersicht.

ad c und d) Die Differenz zwischen Trockengewicht und Grüngewicht vom Grünvolumen, ergiebt den Wassergehalt vom Grünvolumen eines Cubikfusses in Pfunden (c), für die Nadelhölzer allerdings einschliesslich des in der vorliegenden Versuchsreihe nicht bestimmbar- en Gehaltes an flüchtigen Oelen, der jedoch wohl schwerlich mehr als Bruchtheile von Procenten des Wassergehaltes betragen dürfte, da die Versuche sich allein auf den Holzkörper jungen Stangenholzes beziehen. In Spalte d ist der Wassergehalt gleich grosser Gewichtsmengen (100 Pfd.) berechnet. Für das Holz der Weymouthskiefer z. B. $58,5:37,1 = 100:64$ Pfd.

Besonders in physiologischer Richtung liefern die Contenta dieser Spalten wichtige Aufschlüsse. Aus allgemei-

nen Wahrnehmungen war man bis daher wohl berechtigt, eine sehr beträchtliche Veränderung in der Menge des Wassergehaltes der Holzpflanzen anzunehmen. Die augenscheinliche Trockenheit des Holzes in den Sommermonaten, gegenüber der augenscheinlichen, bei manchen Holzarten in energischem Austritt des Saftes aus Wunden, im sogenannten Bluten, sich zu erkennen gebenden Saftfülle; die augenscheinliche, beständige Trockenheit mancher Holzarten, z. B. der meisten Nadelhölzer, der Linde, Eiche u. s. w. gegenüber dem augenscheinlich jeder Zeit grösseren Feuchtigkeitsgehalte anderer Hölzer, z. B. *Prunus*, *Pyrus*, *Fagus* etc. berechtigte dazu. Die in der Hebung von Quecksilbersäulen messbare bedeutende Kraft, mit welcher in der blutenden Birke, im blutenden Weinstocke der Holzsaft emporzusteigen scheint, begründete die Ansicht eines auch im unbelaubten Zustande der Pflanze stattfindenden Aufsteigens der Holzsäfte, eines Andranges derselben aus tieferen in höhere Baumtheile. Ich habe in meinen physiologischen Schriften zwar schon früher darauf hingewiesen: dass dieselben Erscheinungen sich auch auf anderem Wege, dass sie sich allein aus einem energischeren Säfteaustausch zwischen den einzelnen Holzfasern erklären lassen, ohne dass man nöthig habe, weder eine vermehrte Saftmenge noch ein wirkliches Aufsteigen der Säftemasse aus der Wurzel in den Gipfel der unbelaubten Pflanze anzunehmen, allein die Beweismittel waren nicht ausreichend, um darauf mehr als eine Hypothese zu gründen.

Solche Beweismittel enthält nun die vorliegende Versuchsreihe. Es wird jedoch nöthig sein, der Hinweisung auf dieselben einige Bemerkungen in Bezug auf das sogenannte Aufsteigen des Holzsaftes und das Bluten der Pflanzen vorherzuschicken.

Die Zahl derjenigen Holzpflanzen, die im Frühjahr einen tropfenförmigen Erguss von Holzsaft aus Wunden zeigen, ist eine sehr beschränkte. Die Kiefer und die

Fichte, die Eiche und die Esche, die Linde und die Rosskastanie bluten nie; ich habe bei diesen und vielen anderen Holzarten nicht einmal ein auffallendes Nasswerden der Hiebflächen auffinden können. Letzteres habe ich wiederholt gesehen bei *Pyrus* und *Prunus*, bei *Castanea*, *Robinia* (selten), *Alnus*, *Salix*, *Abies* und *Larix*; einen wirklichen tropfenförmigen Erguss, ein wirkliches Bluten nur bei *Fagus*, *Carpinus*, *Betula*, *Populus* (selten und nur aus anbrüchigem Kernholze), *Acer*, *Juglans*, *Cornus*, *Vitis*. Nur bei *Carpinus* habe ich einmal ein freiwilliges Bluten, ein Hervordringen von Saft aus den unverletzten Knospen beobachtet, in dem Grade, dass die Knospen eines Hainbuchen-Unterholzes wie nach einem so eben vorübergegangenen Regen mit Wassertropfen behängt waren.

Die Erscheinung des Blutens ist also auf nur wenige bestimmte Holzarten beschränkt, bei diesen aber eine durchaus normale.

Die Jahreszeit, in welcher das Bluten eintritt, ist bei den verschiedenen Holzarten verschieden; bei allen hört es auf mit der Entfaltung der Blätter, oft schon früher. Mitunter dauert es nur einen oder einige Tage, in anderen Fällen mehrere Wochen. Stöcke ohne Ausschlag bluten auch dann noch, wenn an unverletzten Pflanzen das Bluten längst aufgehört hat. In der Regel bluten die Stöcke nur bei Tage. Hainbuche und Birke bluteten Mitte April am Morgen bei $+ 2$ bis $+ 3^{\circ}$ R., verstärkt in den Mittagstunden bei $+ 5$ bis $+ 6^{\circ}$; das Bluten hörte auf am Abend bei $+ 4$ bis $+ 5^{\circ}$ Lufttemperatur, also bei einem höheren Wärmegrade als am Morgen beim Beginn des Blutens. Die Wärme kann daher nicht das treibende Agens sein. Da derselbe Verlauf des Blutens sich auch an ganz tief gehauenen Stöcken zeigt, darf man auch der Lichtwirkung keinen Einfluss zuschreiben.

Die Ahorne, besonders lebhaft *Acer pseudoplatanus* und *dasycarpum*, bluten den ganzen Winter hindurch, vom

Abfalle des Laubes bis zum Wiederausschlage bei einer Temperatur von $+ 4^{\circ}$ und darüber. Bei Frost abgeschnittene Stämmchen bluten, wenn sie in die warme Zimmerluft gebracht werden. *Juglans* blutet von Mitte Februar, *Fagus* und *Carpinus* von Mitte März, *Betula* von Ende März, *Populus* von Anfang April, *Cornus* von Anfang Mai, *Vitis* meist erst von Mitte Mai ab.

Dies beweist wiederum, dass das Bluten eine von äusseren Einflüssen ganz unabhängige Erscheinung ist.

Für die in die Versuchsreihe aufgenommenen Holzarten ist der Monat Januar und Februar als dem Zeitraume der Winterruhe zugehörend zu betrachten. Es beginnt zwar schon Mitte Februar die Entwicklung der neuen krautigen Saugwurzeln an den vorjährigen Faserwurzeln, allein dies ist, wie die gleichzeitige Blütheentfaltung der Hasel und Korneelkirsche, ein durchaus local beschränkter Vegetationsact, während alle übrigen Baumtheile noch in ungestörter Winterruhe verharren.

Die Monate März und April sind es, welche nach dem Vorhergesagten als die Zeit des sogenannten Saftsteigens, der augenscheinlichen Saftfülle und des Saftergusses bezeichnet werden müssen.

Mai und Juni sind die Monate der Trieb- und Blattbildung, Juli und August die der Jahrringbildung in den tieferen Stammtheilen, September bis November die Monate der Vollendung und des Eingehens in die Winterruhe.

Betrachten wir nun, mit Berücksichtigung der gestellten Vegetationsperioden, die aus der Tabelle sich ergebenden Resultate.

Die Durchschnittszahlen aus sämtlichen Holzarten ergeben den grössten Feuchtigkeitsgehalt in den Monaten Januar und Februar = 32,4 Pfd. Die Monate augenscheinlich grösseren Feuchtigkeitsgehaltes, die Monate des Blutens, März und April ergeben nur 29,6 Pfund, also

2,8 Pfund Wassergehalt weniger; die Monate der Trieb- und Blattentwicklung 29,8 Pfd.; die Monate der Jahrringbildung 29,9; die der Vollendung 28 Pfd. Es sind daher die Monate des Saftergusses, nächst denen der Vollendung die, in welchen das Holz die geringste Feuchtigkeitsmenge enthält.

Die Durchschnittszahlen für die harten Laubhölzer sind:

für Januar und Februar 28 Pfunde

„ März und April 23,7 „

„ Mai und Juni . . . 25,4 „

„ Juli 24,5 „

„ Septbr. und Novbr. 23,4 „

für die weichen Laubhölzer:

für Januar und Februar 32,5 Pfunde

„ März und April . . 30,5 „

„ Mai und Juni . . . 24,6 „

„ Juli 27,1 „

„ Septbr. und Novbr. 23,4 „

für die Nadelhölzer:

für Januar und Februar 36,6 Pfunde

„ März und April . . 35,2 „

„ Mai und Juni . . . 39,2 „

„ Juli 38,2 „

„ Septbr. und Novbr. 35,8 „

Es stimmen daher die Verhältnisse des Wassergehaltes in jeder einzelnen der drei Hauptgruppen recht gut überein mit denen aus dem Gesamt-Durchschnitte. Ueberall ist der Wassergehalt im Januar und Februar bedeutend grösser als im März und April; er ist bei den Nadelhölzern im März und April kleiner, als zu jeder anderen Jahreszeit, bei den harten Laubhölzern, unter denen allein die wirklich blutenden: *Fagus*, *Carpinus*, *Betula*, *Acer* stehen, im März und April nicht wesentlich grösser als selbst im September und November. Nur bei den weichen Laubhölzern, unter denen nicht eine wirklich blutende Holzart

steht, ist der Wassergehalt im März und April, wenn auch kleiner als der im Januar und Februar, doch wesentlich grösser als der aller übrigen Monate des Jahres.

Daraus geht nun mit Bestimmtheit hervor: dass von einer Saftfülle der Bäume im März und April zur Zeit des Blutens, von einem zu dieser Zeit daraus hervorgehenden Säfteandrang, von einem zu dieser Zeit vorzugsweise stattfindenden Aufsteigen des Holzsaftes nicht mehr die Rede sein darf. Die Erscheinung des Blutens ruht lediglich auf einer periodisch gesteigerten Thätigkeit des Zellenlebens im Austausch der Flüssigkeiten mit den Nachbarzellen, in Folge dessen, da wo eine örtliche Verletzung entsteht, der aus den verletzten Zellen strömende Saft sehr rasch durch den Saft der Nachbarzellen ersetzt wird, die dann ihrerseits das Abgegebene aus den Zellen ihrer Nachbarschaft ersetzt erhalten, ohne dass wir nöthig haben, eine zu dieser Zeit stattfindende allgemeine Saftbewegung auch in der unverletzten Pflanze, oder eine, wie erwiesen, nicht stattfindende Saftfülle anzunehmen.

Ueberraschend ist ferner der ungewöhnlich gross sich herausstellende Feuchtigkeitsgehalt in gleichen Gewichtstheilen grünen Holzes, der sich nach Spalte d für die harten Laubhölzer annähernd auf 40 %, für die weichen Laubhölzer auf 50 %, für die Nadelhölzer auf 60 % berechnet, eine Feuchtigkeitsmenge, die allerdings im älteren Holze weniger gross ist, wohl aber in ähnlichen Verhältnissen stehen wird.

ad e) Die Spalte enthält die Volumverringernng der untersuchten Holzstücke durch das Eintrocknen bis zum lufttrocknen Zustande, auf gleiche Volumtheile berechnet.

Der Gesamtdurchschnitt aus allen Holzarten aller Monate ergibt dafür 0,114 Schwindemaass.

Der Durchschnitt aus Januar und Februar = 0,127

„ März und April . = 0,094

„ Mai bis November = 0,116

Die Durchschnittszahl für die schweren Laubhölzer:

aus Januar und Februar = 0,140

„ März und April . = 0,107

„ Mai bis November = 0,129

Der Durchschnitt aus den leichten Laubhölzern:

aus Januar und Februar = 0,140

„ März und April . = 0,100

„ Mai bis November = 0,124

Der Durchschnitt aus den Nadelhölzern:

aus Januar und Februar = 0,099

„ März und April . = 0,085

„ Mai bis November = 0,095

Das Schwindemaass ist also am grössten aus den Wintermonaten, am geringsten aus den Monaten März und April, also aus den Monaten des scheinbar grössten, in der That aber geringsten Wassergehaltes. Es ist am geringsten bei den Nadelhölzern, wenig geringer bei den weichen als bei den harten Laubhölzern.

ad f) Die hier verzeichneten Zahlen, das Gewicht eines, aus einem bereits vollständig lufttrocknen Holzstücke ausgeschnittenen Cubikfusses bezeichnend, um das Gewicht des Schwindemaasses grösser als das Trockengewicht vom Grünvolumen, haben nur technische Bedeutung und bedürfen keiner näheren Erläuterung.

I.

Tabellarische Uebersicht

der

speciellen Versuche über Heiz- und Koch-
Wirkung

verschiedener Holz- und Torf-Arten.

Nummer des Versuchs.	Alter des Baumes.	Nähere Bezeichnung des verwendeten Brennstoffes.	Zehn Pfunde Lufttrocken- gewicht des verwendeten Brennstoffs		Wärmewirkung des der Koc			
			enthielten an fester Masse.	messen.	Höchster Wärmegrad.	Zeitdauer der Wärme- Entwicklung		
						bis zum höchsten Wärmegrad.	vom höchsten Wärme- grad bis 24° R.	in Summa bis zur Ver- einerung auf 24° R.
			a Pfund	b Cubikf.	c Grade.	d Minuten.	e	f
		1) Rothbuche.						
1	160	Stammholz	9,38	0,277	67	70	210	280
2	160	Stammholz - Splint	9,10	0,310	69	60	147	207
3	160	„ - Kern	9,18	0,272	67	65	155	220
4	120	Stammholz	9,78	0,286	66	75	—	—
5	120	„ - Splint	9,20	0,319	63	60	180	240
6	120	„ - Kern	9,30	0,286	70	70	170	240
7	120	Stammholz	8,34	0,253	60	60	140	200
8	120	„ - Splint	8,63	0,221	66	75	165	240
9	120	„ - Kern	8,60	0,212	66	55	160	215
10	100	Stammholz	9,10	0,274	61	65	160	225
11	100	desgl.	—	—	62	65	160	225
12	100	desgl.	—	—	70	60	146	206
13	100	desgl.	—	—	62	70	136	206
14	80	Stammholz Hochwald	9,17	0,253	68	60	160	220
15	80	„ Mittelwald	8,30	0,256	62	80	154	234
16	50	„ Mittelwald	9,54	0,285	68	60	190	250
17	30	Stammholz - Kernlohe	8,79	0,231	68	45	189	234
18	30	desgl.	9,25	0,286	74	60	180	240
19	30	desgl.	9,17	0,275	71	60	180	240
20	25	desgl.	8,30	0,210	63	80	160	240
21	25	8 1/2 Pfd. desgl.	7,52	0,181	61	80	147	227
22	120	Reiserholz 1 — 2" stark	9,89	0,372	70	55	215	270
23	40	desgl.	9,19	0,241	67	60	170	230
24	40	desgl.	8,19	0,241	66	90	190	280
25	100	Wurzelstock	—	0,248	67	60	200	260
26	100	Wurzelholz 5 — 6" stark	8,87	0,274	73	55	185	240
27	100	Wurzelholz 3 — 4" stark	9,92	0,291	64	65	175	240

wendeten Materials im Wasser Gefässe.				Wärmewirkung des Materials in der Zimmerluft.					
Menge des verdunsteten Wassers. <i>g</i>	Durchschnittszahl der während der Verbrennung entwickelten Wärme. <i>h</i>	Berechneter Brennwerth eines Cubikfusses		Höchster Wärmegrad. <i>l</i>	Zeitdauer der Wärme-Entwicklung			Durchschnittszahl der Wärme-Steigerung während der Verbrennung. <i>p</i>	Berechnet auf den Cubikfuss. <i>q</i>
Lothe.		nach Menge des verdunsteten Wassers. <i>i</i>	nach der durchschnittlichen Wärme-Steigerung im Wasser <i>k</i>		bis zum höchsten Wärmegrad <i>m</i>	vom höchsten Wärmegrad bis 18° R. <i>n</i>	in Summa bis zur Abkühlung auf 18° R. <i>o</i>		relativer Werth. <i>q</i>
		relative Werthe.		Grade.	Minuten.				
50	24,7	180	90	26	80	180	260	9,6	35
46	23,6	150	76	23	90	70	160	8,2	27
48	25,7	176	95	23	75	85	160	8,1	30
55	26,1	192	91	27	90	—	—	9,1	32
39	24,8	122	78	24	80	120	200	7,8	21
43	25,5	150	89	25	75	115	190	8,4	30
32	20,2	126	80	22	65	85	150	6,5	26
48	25,0	217	113	28	70	170	240	8,7	39
36	21,8	170	103	26	55	135	190	8,0	38
33	21,8	121	80	22	90	110	200	6,3	23
41	25,1	—	—	25	80	100	180	8,6	—
48	28,3	—	—	27	80	120	200	8,5	—
46	28,1	—	—	25	80	80	160	6,8	—
48	26,6	189	105	26	80	140	220	8,4	33
48	24,3	187	95	26	110	130	220	8,0	31
49	24,9	172	81	26	75	165	240	8,9	32
46	23,8	200	103	—	—	—	—	8,4	36
55	26,4	192	92	25	75	130	205	8,3	29
57	27,7	207	101	25	90	110	200	9,1	33
42	23,1	200	110	25	100	140	240	7,2	34
30	21,3	166	118	22	80	60	140	6,0	33
55	25,8	148	69	27	75	185	260	8,8	24
46	25,5	191	106	23	75	105	180	7,6	31
42	24,2	174	100	23	100	100	200	7,0	29
47	23,6	190	95	24	80	140	220	8,1	32
49	26,6	179	97	26	80	160	240	8,8	32
43	23,2	148	80	24	90	130	220	6,7	23

Nummer des Versuchs.	Alter des Baumes.	Nähere Bezeichnung des verwendeten Brennstoffes.	Zehn Pfunde Lufttrocken- gewicht des verwendeten Brennstoffs		Wärmewirkung des ver- der Koch.			
			enthielten an fester Masse.	messen.	Höchster Wärmegrad.	Zeitdauer der Wärme- Entwicklung		
						bis zum höchsten Wärmegrad.	vom höchsten Wärme- grad bis 24° R.	in Summa bis zur Ver- ringerung auf 24° R.
			a	b	c	d	e	f
			Pfunde	Cubikf.	Grade.	Minuten.		
		dürr verbrannt.						
28	25	Reidelholz, Kernlohe . .	10,0	0,288	73	70	170	240
29	25	Reiserholz unter 1" stark .	10,0	0,320	70	50	180	230
		2) Acacie.						
30	50	Stammholz aus 4' Höhe .	8,82	0,237	68	65	175	240
31	50	„ aus allen Höhen .	—	0,226	65	65	180	245
32	50	„ aus 30' Höhe .	—	0,205	62	80	120	200
		3) <i>Guajacum officinale</i> , Pockholz.						
33	alt	Kern und Splint (70 Pfd) .	9,97	0,143	62	80	130	210
		4) Apfelbaum.						
34	40	Stammholz	9,05	0,276	71	50	200	250
35		desgl. Splintholz	9,12	0,234	57	50	190	240
		5) Elzbeere.						
36	60	3zölliges Astholz	9,65	0,301	52	55	130	185
		6) Eberesche.						
37	50	Stammholz	8,36	0,308	68	45	155	200
		7) Hainbuche.						
38	100	Stammholz	6,77	0,208	62	70	150	220
39		desgl.	—	0,210	64	50	156	206
40		desgl.	8,69	0,260	69	50	190	240
41		desgl.	—	0,230	62	55	170	225
42		desgl. Splint	8,80	0,263	66	50	190	240
43		desgl. Scheibenschnitte .	8,61	0,281	69	40	155	200

wendeten Materials im Wasser gefässe.				Wärmewirkung des Materials in der Zimmerluft.					
Menge des verdunsteten Wassers. g	Durchschnittszahl der während der Verbrennung entwickelten Wärme. h	Berechneter Brennwerth eines Cubikfusses		Höchster Wärme-grad. l	Zeitdauer der Wärme-entwicklung			Durchschnittszahl der Wärme-Steigerung während der Verbrennung. p	Berechnet auf den Cubikfuss. q
		nach Menge des verdunsteten Wassers. i	nach der durchschnittlichen Wärme-Steigerung im Wasser k		bis zum höchsten Wärme-grad. m	vom höchsten Wärme-grad bis 18° R. n	in Summa bis zur Abkühlung auf 18° R. o		
Lothe.		relative Werththeile.		Grade.	Minuten.				relativer Werth.
57	26,6	200	92	27	80	160	240	8,7	30
46	26,0	144	81	26	60	140	200	7,9	25
55	27,9	232	118	27	100	150	250	9,6	41
44	27,5	200	121	24	90	100	190	7,4	33
42	26,9	205	131	24	90	110	200	6,2	30
50	26,4	350	185	24	120	80	200	8,6	60
43	23,3	156	85	24	75	165	240	8,1	30
32	24,1	136	103	22	80	80	160	7,8	33
22	21,2	71	70	19	75	15	90	7,2	23
46	27,8	150	90	26	60	100	160	7,7	25
33	17,5	158	84	22	70	80	150	6,5	31
33	21,5	157	103	23	65	75	140	6,0	29
37	26,6	142	102	22	100	60	160	7,4	28
36	23,1	113	100	23	65	95	160	6,6	29
41	24,7	156	94	26	60	120	180	7,5	28
44	24,3	156	87	23	65	55	120	7,1	25

Nummer des Versuchs.	Alter des Baumes.	Nähere Bezeichnung des verwendeten Brennstoffes.	Zehn Pfunde Lufttrocken- gewicht des verwendeten Brennstoffs		Wärmewirkung des ver- der Koch			
			enthalt an fester Masse.	messen.	Höchster Wärmegrad.	Zeitdauer der Wärme- entwicklung		
						bis zum höchsten Wärmegrade.	vom höchsten Wärme- grade bis 24° R.	in Summa bis zur Ver- ringerung auf 24° R
			a	b	c	d	e	f
			Pfunde	Cubikf.	Grade.	Minuten.		
		8) Ahorn.						
44	120	Scheibenschnitte aus allen Höhen	7,44	0,288	66	70	130	200
45	120	3—4zölliges Astholz . . .	9,75	0,313	56	60	140	200
		9) Esche.						
46	100	Stammholz	8,83	0,263	63	70	170	240
47	30	Reidelholz	9,20	0,261	65	75	145	220
		10) Rüster.						
48	40	Stammholz, Scheiben. . .	9,03	0,295	57	90	—	—
		11) Kastanie (<i>Castanea</i>).						
49	40	3zölliges Astholz	8,85	0,293	54	50	150	200
		12) Eiche.						
50	150	Stammholz	—	0,230	65	80	140	220
51	120	Stammholz, Kern	—	0,210	64	65	135	200
52	—	desgl. Splint	6,40	0,234	61	55	160	215
53	—	desgl. Kern	—	0,220	60	100	130	230
54	—	desgl. Splint (frisch) . . .	5,95	0,216	54	90	125	215
55	35	Reidelholz, 6zölliges . . .	8,81	0,286	64	60	140	200
		13) Hasel.						
56	19	Stangenholz, 1. Klasse . . .	9,70	0,312	59	70	160	230
57	19	desgl. 2. u. 3. Klasse . . .	9,62	0,322	58	65	140	205
58	10	desgl.	8,98	0,330	71	50	165	215
59	10	Reiserholz unter 1"	6,03	0,300	76	45	155	200
60	5	desgl.	—	—	57	60	140	200

wendeten Materials im Wasser gefässe.				Wärmewirkung des Materials in der Zimmerluft.					
Menge des verdunsteten Wassers.	Durchschnittszahl der während der Verbrennung entwickelten Wärme.	Berechneter Brennwerth eines Cubikfusses		Höchster Wärmegrad.	Zeitdauer der Wärmeentwicklung.			Durchschnittszahl der Wärmesteigerung während der Verbrennung.	Berechnet auf den Cubikfuss.
<i>g</i>	<i>h</i>	nach Menge des verdunsteten Wassers.	nach der durchschnittlichen Wärmesteigerung im Wasser		bis zum höchsten Wärmegrad.	vom höchsten Wärmegrad bis 18° R	in Summa bis zur Abkühlung auf 18° R		
Lothe.		<i>i</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>p</i>	<i>q</i>
		relative Werththeile.		Grade.	Minuten.				relativer Werth.
44	23,7	153	83	24	90	50	140	7,4	26
30	24,4	96	78	22	65	55	120	6,9	22
34	24,7	129	94	21	80	60	140	8,2	31
34	23,3	130	90	21	80	40	120	5,6	21
31	23,3	105	79	23	110	90	200	6,9	23
26	22,7	89	77	23	60	80	140	6,8	23
45	25,7	195	112	24	110	70	180	7,0	30
33	20,8	157	100	23	80	120	200	5,7	27
28	20,5	120	87	22	70	95	165	5,7	24
27	19,6	122	89	22	120	60	180	6,1	28
22	17,7	102	82	19	110	20	130	3,6	17
38	24,9	133	86	22	65	65	130	8,0	28
38	25,9	122	83	23	90	70	160	8,2	26
28	23,3	87	72	22	80	60	140	6,5	20
43	23,8	130	72	26	65	115	180	7,4	22
52	25,9	173	86	28	50	135	185	7,7	26
32	23,5	—	—	22	80	80	160	6,4	—

Nummer des Versuchs.	Alter des Baumes.	Nähere Bezeichnung des verwendeten Brennstoffes.	Zehn Pfunde Lufttrocken- gewicht des verwendeten Brennstoffs		Wärmewirkung des ver- der Koch			
			enthalten an fester Masse.	messen.	Höchster Wärmegrad.	Zeitdauer der Wärme- entwicklung		
						bis zum höchsten Wärmegrade.	vom höchsten Wärme- grade bis 24° R.	in Summa bis zur Ver- ringerung auf 24° R.
			a Pfunde	b Cubikf.	c Grade.	d	e	f Minuten.
		14) Birke.						
61	100	Stammholz	9,23	0,283	71	60	166	226
62	100	Astholz, 4 — 5" stark . .	8,70	0,306	67	60	140	200
63	100	Reiserholz, 1 — 3" stark .	—	0,318	63	60	180	240
		15) Erle.						
64	40	Stammholz, Kernlohde . .	—	0,420	71	65	155	220
65	20	desgl. Stockausschlag . .	9,51	0,474	65	50	130	180
		16) Rosskastanie.						
66	50	Stammholz aus 4' Höhe . .	9,04	0,338	67	45	195	240
67	50	desgl.	9,04	0,338	68	65	175	240
68	50	desgl. aus 20' Höhe . .	—	0,350	68	50	170	220
		17) Linde.						
69	80	Stammholz aus 2' Höhe . .	7,19	0,308	64	50	130	180
70	80	desgl. aus 30' Höhe . .	7,10	0,321	63	50	115	165
71	80	Astholz, 10" stark	7,15	0,316	56	55	125	180
		18) Schwarzpappel.						
72	45	Stammholz aus allen Höhen	—	0,515	61	60	170	230
		19) Zitterpappel						
73	30	Stammholz aus 4' Höhe . .	9,10	0,422	65	55	185	240
		20) Pyramidenpappel.						
74	40	Stammholz aus 4' Höhe . .	8,64	0,558	68	55	140	195
		21) Weide (<i>S. alba</i>).						
75	25	Stammholz aus 4' Höhe . .	9,76	0,555	66	60	140	200

wendeten Materials im Wasser gefässe.				Wärmewirkung des Materials in der Zimmerluft.					
Menge des verdunsteten Wassers. <i>g</i>	Durchschnittszahl der während der Verbrennung entwickelten Wärme. <i>h</i>	Berechneter Brennwerth eines Cubikfasses		Höchster Wärmegrad. <i>l</i>	Zeitdauer der Wärmeentwicklung.			Durchschnittszahl der Wärmesteigerung während der Verbrennung. <i>p</i>	Berechnet auf den Cubikfuss. <i>q</i>
		nach Menge des verdunsteten Wassers. <i>i</i>	nach der durchschnittlichen Wärmesteigerung im Wasser <i>k</i>		bis zum höchsten Wärmegrade. <i>m</i>	vom höchsten Wärmegrade bis 18° R <i>n</i>	in Summa bis zur Abkühlung auf 18° R <i>o</i>		
Lothe.		relative Werththeile.		Grade.	Minuten.				relativer Werth.
51	25,9	180	92	26	75	125	200	8,9	32
36	22,4	117	73	23	70	70	140	7,1	23
45	25,1	141	79	21	75	65	140	7,6	24
51	27,3	121	65	27	75	125	200	8,7	21
32	23,7	67	50	22	65	45	110	7,1	15
39	23,8	115	70	24	65	115	180	8,4	25
41	24,0	121	71	24	80	80	160	7,5	22
46	29,0	132	83	26	70	150	220	7,8	22
38	25,3	123	82	25	75	85	160	8,6	28
33	23,2	103	72	23	60	50	110	6,3	19
28	21,6	89	68	22	65	55	120	7,1	22
43	27,5	83	53	24	75	85	160	9,3	18
41	26,5	97	63	26	80	120	200	8,7	21
41	23,6	75	42	22	80	60	140	7,0	13
38	25,2	68	46	25	70	90	160	8,0	15

Nummer des Versuchs.	Alter des Baumes.	Nähere Bezeichnung des verwendeten Brennstoffes.	Zehn Pfunde Lufttrocken- gewicht des verwendeten Brennstoffs		Wärmewirkung des ver- der Koch			
			enthaltlen an fester Masse.	messen.	Höchster Wärmegrad.	Zeitdauer der Wärme- Entwicklung		
						bis zum höchsten Wärmegrad.	vom höchsten Wärme- grad bis 24° R.	in Summa bis zur Ver- ringerung auf 24° R.
			a Pfunde	b Cubikf.	c Grade.	d	e Minuten.	f
		N a d e l h ö l z e r.						
		22) Eibe.						
76	100	Stammholz aus 4' Höhe .	8,94	0,293	67	65	155	220
		23) Lärche.						
77	60	Stammholz, 4', dominirend.	9,21	0,287	70	50	170	220
78	60	desgl. unterdrückt . . .	9,10	0,320	61	70	150	220
79	60	desgl. Splintholz, domi- nirend	9,23	0,286	65	60	156	216
80	70	desgl. 2' dominirend . .	—	0,280	64	60	124	184
81	30	desgl. 4' „ . . .	—	0,325	67	50	130	180
		24) Kiefer.						
82	120	Stammholz aus 1' Höhe, sehr harzreich	—	0,282	70	65	165	230
83	110	desgl. aus 4' Höhe, Kern- holz	8,13	0,320	64	70	180	250
84	110	desgl. desgl.	8,13	0,320	64	55	165	220
85	110	desgl. Splintholz	8,06	0,400	69	55	145	200
86	110	desgl. aus 40' Höhe, Kern- holz	9,08	0,352	70	55	155	210
87	110	desgl. Splintholz	8,97	0,535	58	55	132	187
88	110	Astholz von 1 — 3" Stärke	7,65	0,400	55	60	140	200
89	20	Stangenholz, 4' Höhe . .	8,91	0,414	60	55	105	160
		25) Tanne.						
90	120	Stammholz, 4' Höhe . . .	9,40	0,480	71	50	150	200
91	120	desgl. 40' Höhe	—	0,500	69	65	135	200

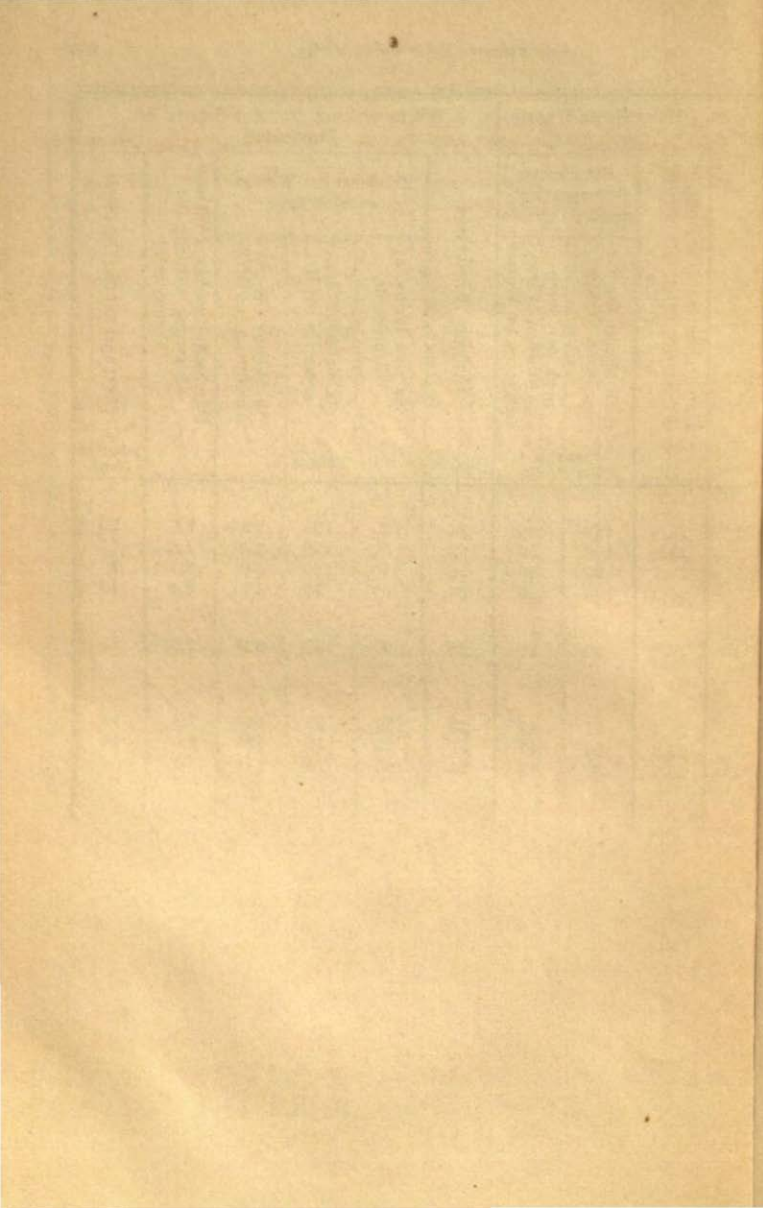
wendeten Materials im Wasser gefässe.				Wärmewirkung des Materials in der Zimmerluft.					
Menge des verdunsteten Wassers. <i>g</i>	Durchschnittszahl der während der Verbrennung entwickelten Wärme. <i>h</i>	Berechneter Brennwerth eines Cubikfusses		Höchster Wärmegrad. <i>l</i>	Zeitdauer der Wärmeentwicklung			Durchschnittszahl der Wärmesteigerung während der Verbrennung. <i>p</i>	Berechnet auf den Cubikfuss. <i>q</i>
		nach Menge des verdunsteten Wassers. <i>i</i>	nach der durchschnittlichen Wärmesteigerung im Wasser <i>k</i>		bis zum höchsten Wärmegrade. <i>m</i>	vom höchsten Wärmegrade bis 18° R. <i>n</i>	in Summa bis zur Abkühlung auf 18° R. <i>o</i>		
Lothe.		relative Werththeile.		Grade.	Minuten.				relativer Werth.
38	25,7	130	88	23	75	75	150	8,4	29
46	24,9	160	87	26	65	135	200	8,7	30
27	20,9	85	65	21	110	50	160	6,9	21
39	23,5	136	82	23	90	70	160	8,0	28
37	24,2	132	87	25	70	70	140	8,8	32
37	24,7	114	76	24	75	55	130	7,8	24
56	28,6	200	101	28	80	120	200	10,1	36
45	23,4	141	73	23	100	140	240	7,5	23
40	22,0	125	70	22	70	90	160	7,9	25
45	23,6	112	59	25	60	100	160	9,0	22
43	23,4	122	69	24	80	100	180	8,2	23
24	21,8	45	41	23	65	75	140	8,3	15
22	21,8	55	55	22	70	70	140	6,7	17
30	22,1	72	53	22	60	50	110	6,4	15
50	26,0	104	54	29	75	125	200	8,9	18
54	29,1	108	58	29	80	120	200	8,7	18

Nummer des Versuchs.	Alter des Baumes.	Nähere Bezeichnung des verwendeten Brennstoffes.	Zehn Pfunde Lufttrocken- gewicht des verwendeten Brennstoffs		Wärmewirkung des ver- der Koch			
			enthielten an fester Masse.	messen.	Höchster Wärmegrad.	Zeitdauer der Wärme- Entwicklung		
						bis zum höchsten Wärmegrad.	vom höchsten Wärme- grad bis 24° R.	in Summa bis zur Ver- ringerung auf 24° R.
			a	b	c	d	e	f
			Pfunde	Cubikf.	Grade.	Minuten.		
		26) Fichte.						
92	120	Stammholz aus 4' Höhe .	9,05	0,357	75	50	150	200
93	120	desgl. aus 60' Höhe . .	8,15	0,346	66	50	110	160
94	120	Stukenholz, etwas anbrüchig	8,65	0,316	65	50	150	200
95	160	Brockenfichte	8,83	0,348	67	55	135	190
		27) Weymouthkiefer.						
96	100	Stammholz aus 4' Höhe .	9,17	0,438	69	70	130	200
		T o r f.						
		1) Backtorf.						
97		Bortfelder, pr. Cbfs. (52 H) 3,25 <i>Sgr.</i>	8,8	0,191	52	90	270	360
98		Leiferder, „ (51 H) 2,88 „	8,2	0,200	50	110	230	340
99		Vollbütteler, „ (41 H) 2,5 „	8,6	0,244	57	80	240	320
100		{ Leiferder, „ (38 H) 3,25 „ }	7,2	0,260	59	80	250	330
101			7,2	0,266	60	70	260	330
102		Burgdorfer, „ (28 H) 1,03 „	8,7	0,361	57	75	205	280
103		desgl. „ (25 H) 1,04 „	8,7	0,400	62	75	245	320
104		Leiferder, „ (23 H) ?	8,8	0,435	57	110	190	300
105		Burgdorfer, „ (13 H) 1,00 „	8,4	0,763	64	60	215	275
106		desgl. „ (13 H) 1,00 „	8,4	0,769	64	50	250	300
		2) Stechtorf.						
		a) Moortorf.						
107		{ Burgdorfer, pr. Cbfs. (26 H) 1,38 <i>Sgr.</i> }	8,5	0,388	65	50	170	220
108			8,5	0,388	64	55	165	220

wendeten Materials im Wasser gefässe.				Wärmewirkung des Materials in der Zimmerluft.					
Menge des verdunsteten Wassers. <i>g</i>	Durchschnittszahl der während der Verbrennung entwickelten Wärme. <i>h</i>	Berechneter Brennwerth ei- nes Cubikfusses		Höchster Wärmegrad. <i>l</i>	Zeitdauer der Wärme- Entwicklung			Durchschnittszahl der Wärme- steigerung während der Verbrennung. <i>p</i>	Berechnet auf den Cubikfuss. <i>q</i>
		nach Menge des ver- dunsteten Wassers. <i>i</i>	nach der durch- schnittlichen Wärme- steigerung im Wasser <i>k</i>		bis zum höchsten Wärmegrad <i>m</i>	vom höchsten Wärme- grad bis 18° R. <i>n</i>	in Summa bis zur Abkühlung auf 18° R. <i>o</i>		
Lothe.		relative Werththeile.		Grade.	Minuten.				relativer Werth.
50	24,4	140	68	24	70	90	160	8,2	24
34	23,4	98	68	23	60	40	100	10,7	31
41	25,4	130	80	23	60	70	130	11,2	35
43	25,4	123	73	24	80	60	140	11,1	32
45	26,3	103	60	27	90	60	150	9,5	22
38	23,4	200	122	20	110	50	160	5,2	27
34	21,9	170	110	19	120	20	140	4,6	23
41	23,3	168	95	22	120	80	200	6,5	27
44	24,7	169	95	23	120	80	200	6,8	26
47	25,3	176	95	23	90	150	240	7,4	28
42	24,4	116	68	22	110	90	200	7,1	20
46	25,3	115	63	20	120	40	160	7,5	19
51	23,3	117	53	24	140	160	200	7,1	17
45	26,1	59	34	23	75	125	200	7,6	10
47	26,2	62	34	22	80	140	220	8,3	11
40	26,7	103	70	26	70	90	160	9,3	24
39	30,0	101	79	24	80	60	140	8,0	21

Nummer des Versuchs.	Nähere Bezeichnung des verwendeten Brennstoffes.	Zehn Pfunde Lufttrocken- gewicht des verwendeten Brennstoffs		Wärmewirkung des ver- der Koch			
		enthielten an fester Masse.	messen.	Höchster Wärmegrad.	Zeitdauer der Wärme- Entwicklung		
					bis zum höchsten Wärmegrad.	vom höchsten Wärme- grad bis 24° R.	in Summa bis zur Ver- ringerung auf 24° R.
		a	b	c	d	e	f
		Pfunde	Cubikf.	Grade.	Minuten.		
109	Gifhorner, pr. Cbfs. (25 H) 1,5 <i>Sgr.</i>	8,7	0,435	68	120	200	320
110		8,7	0,430	61	65	175	240
111		8,7	0,442	68	80	225	305
112		8,7	0,445	66	80	146	226
	b) Schilftorf.						
113	Burgdorfer, pr. Cbfs. (16,5 H) 0,36 <i>Sgr.</i>	8,7	0,604	73	55	185	240
	c) Moostorf.						
114	Burgdorfer, pr. Cbfs. (16 H) 0,54 <i>Sgr.</i>	8,1	0,625	63	60	140	200
115		8,1	0,625	68	65	175	240
116	desgl. „ (7,6 H) 0,28 <i>Sgr.</i>	8,5	1,316	62	50	150	200

wendeten Materials im Wasser gefäße.				Wärmewirkung des Materials in der Zimmerluft.					
Menge des verdunsteten Wassers. <i>g</i>	Durchschnittszahl der während der Verbrennung entwickelten Wärme <i>h</i>	Berechneter Brennwerth eines Cubikfusses		Höchster Wärmegrad. <i>l</i>	Zeitdauer der Wärme- entwicklung			Durchschnittszahl der Wärme- steigerung während der Verbrennung. <i>p</i>	Berechnet auf den Cubikfuss. <i>q</i> relativer Werth.
		nach Menge des ver- dunsteten Wassers. <i>i</i>	nach der durch- schnittlichen Wärme- steigerung im Wasser <i>k</i>		bis zum höchsten Wärmegrade. <i>m</i>	von höchsten Wärme- grade bis 18° R <i>n</i>	in Summa bis zur Abkühlung auf 18° R. <i>o</i>		
Lothe.		relative Werththeile.		Grade.	Minuten.				
52	24,6	122	56	24	135	105	240	8,6	20
42	25,6	100	59	22	80	120	200	7,4	17
56	26,4	126	60	28	110	200	310	8,3	19
46	26,9	103	60	24	90	70	160	8,4	19
54	29,2	90	48	28	90	110	200	9,2	15
38	27,4	61	46	23	80	60	140	7,4	12
48	27,3	76	45	27	75	145	220	9,0	14
39	25,1	30	19	24	65	75	140	8,5	6



II. Tabellarische Uebersicht der Gewichte und Gewichtsveränderungen fester Masse und des Wassergehaltes, wie der Volumenveränderungen des Holzes durch Austrocknen, umfassend die Untersuchungen von 30 der wichtigeren deutschen Waldbäume in verschiedenen Jahreszeiten.

Auf 1 Cbfs. rheinländisch Maass zu 66 Pfunden Wassergewicht berechnet.

Nro.	N a m e n d e r H o l z a r t e n .	a) Grüngewicht vom Grünvolumen.									b) Trockengewicht vom Grünvolumen.									c) Wassergehalt eines Cubikfusses grünen Holzes in Pfunden.									d) Wassergehalt in Procenten vom Grüngewicht.									e) Volumen - Verringerung des grünen Holzes durch Austrocknen.									f) Trockengewicht vom Trockenvolumen.									
		Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	September.	November.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	September.	November.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	September.	November.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	September.	November.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	September.	November.										
1	<i>Ulmus campestris</i>	69,6	77,9	64,4	64,8	68,6	55,9	68,4	65,5	65,4	39,1	50,5	45,1	44,1	44,6	41,3	42,4	42,5	43,3	30,5	27,4	19,3	20,7	24,0	14,6	21,0	23,0	22,1	44	35	30	32	35	26	33	35	34	0,18	0,07	0,08	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,16	47,9	54,0	49,0	50,6	50,9	48,5	49,4	49,7	51,3	
2	<i>Fraxinus excelsior</i>	63,3	66,1	59,3	59,1	75,3	55,0	57,5	59,4	58,8	46,4	50,3	45,4	46,1	52,9	40,5	37,2	41,5	44,0	16,9	15,8	13,9	13,0	22,4	14,5	20,3	17,9	14,8	27	24	23	22	30	27	34	30	25	0,10	0,19	0,13	0,13	0,06	0,12	0,22	0,20	0,16	51,9	62,3	52,4	53,3	56,5	46,8	47,6	51,7	52,2	
3	<i>Acer plantanoides</i>	71,0	79,3	63,3	66,7	66,8	60,1	59,5	60,7	57,5	39,0	49,8	46,1	45,3	47,5	41,2	36,7	38,5	37,4	32,0	29,6	17,2	21,4	30,1	18,9	22,8	22,2	20,1	45	37	43	33	29	31	39	36	35	0,17	0,13	0,08	0,08	0,11	0,12	0,16	0,13	0,11	47,0	53,8	39,0	48,4	46,3	46,6	43,7	45,6	42,2	
4	— <i>pseudoplatanus</i>	69,1	—	65,4	68,8	—	55,9	65,3	59,3	64,2	46,5	—	43,8	45,4	—	35,5	44,5	39,4	43,0	22,6	—	21,6	23,4	—	20,4	20,8	20,2	21,2	33	—	33	34	—	36	32	34	33	0,10	—	0,09	0,11	—	0,09	0,15	0,09	0,10	51,8	—	48,2	51,0	—	47,3	52,3	43,5	47,6	
5	— <i>campestris</i>	69,6	—	66,3	69,2	—	58,1	60,7	63,9	64,0	35,6	—	43,8	37,4	—	37,6	35,5	41,7	44,1	34,0	—	22,5	31,8	—	20,5	25,2	22,2	20,0	49	—	34	46	—	35	42	34	31	0,14	—	0,09	0,07	—	0,10	0,16	0,11	0,09	41,4	—	48,9	40,5	—	42,0	42,3	47,8	48,6	
6	<i>Prunus domestica</i>	73,0	77,5	73,1	—	77,1	63,4	72,1	74,0	67,6	45,6	48,5	49,7	—	47,0	47,4	47,5	47,0	48,6	27,4	29,1	33,4	—	30,1	16,0	24,6	27,0	19,0	37	37	32	—	39	25	34	36	28	0,19	0,09	0,16	0,12	0,11	0,08	0,14	0,14	0,14	56,5	58,6	59,6	—	52,6	51,6	55,4	58,6	56,8	
7	<i>Robinia pseudacacia</i>	64,8	64,5	59,4	59,8	66,0	—	50,6	60,7	60,3	39,0	47,6	46,9	46,6	47,0	—	33,5	39,6	44,8	25,8	16,8	12,5	13,2	18,9	—	17,1	21,1	15,5	38	26	21	22	29	—	34	35	25	0,15	0,15	0,09	0,10	0,07	—	0,17	0,15	0,14	55,3	51,6	51,2	46,0	49,3	—	50,3	45,7	52,6	
8	<i>Quercus foemina</i>	66,9	68,2	65,8	61,4	66,5	—	65,3	62,8	69,3	44,7	44,4	44,7	44,1	43,4	—	41,5	38,6	45,2	22,2	23,8	21,1	20,3	23,1	—	23,8	24,2	24,1	33	35	32	33	35	—	37	39	35	0,19	0,13	0,12	0,10	0,12	—	0,17	0,15	0,14	55,3	51,6	51,2	46,0	49,3	—	50,3	45,7	52,6	
9	<i>Fagus sylvatica</i>	74,9	69,5	66,8	76,1	76,1	70,6	74,6	68,1	65,6	42,9	44,1	42,1	46,4	47,9	43,5	42,9	41,5	40,7	32,0	25,4	24,7	29,7	28,2	27,1	31,7	26,6	24,9	43	37	37	39	37	38	43	39	38	0,17	0,17	0,13	0,10	0,10	0,11	0,15	0,15	0,13	51,8	54,5	48,1	51,8	53,5	49,0	50,6	48,6	46,8	
10	<i>Pyrus Malus</i>	74,4	73,9	77,1	77,6	83,3	74,2	73,7	76,3	74,7	41,1	43,8	46,3	48,9	47,7	41,9	40,8	36,9	41,1	33,3	30,1	30,8	28,7	35,7	32,4	32,9	39,4	33,6	45	41	40	37	43	43	45	52	45	0,15	0,18	0,11	0,06	0,08	0,14	0,18	0,16	0,16	51,2	50,4	50,5	50,9	46,9	41,5	46,9	44,6	48,4	
11	<i>Carpinus Betulus</i>	67,8	65,8	67,5	71,0	67,9	61,2	64,2	61,4	61,1	40,3	42,4	42,1	43,6	43,2	36,1	39,5	37,7	41,1	27,5	23,4	23,4	27,4	24,7	25,0	24,7	23,7	20,0	40	36	38	39	36	41	38	38	33	0,21	0,16	0,16	0,13	0,09	0,13	0,16	0,16	0,15	51,2	50,4	50,5	50,9	46,9	41,5	46,9	44,6	48,4	
12	<i>Corylus Avellana</i>	65,1	79,1	67,3	60,1	74,0	61,8	60,0	60,4	66,6	34,7	41,5	39,4	38,5	36,3	37,9	36,2	36,5	42,1	30,4	37,6	27,9	21,6	37,7	23,9	23,8	23,9	24,5	46	48	42	36	51	38	40	39	37	0,17	0,05	0,12	0,08	0,08	0,14	0,12	0,10	0,10	41,8	43,5	45,5	41,9	40,6	44,0	41,0	39,2	46,7	
13	<i>Castanea vesca</i>	—	73,1	—	—	75,3	—	62,5	—	—	—	41,1	—	—	42,4	—	33,2	—	—	—	32,1	—	—	—	—	—	—	—	—	44	—	—	—	44	—	47	—	—	0,11	—	—	—	—	—	47,9	—	—	—	—	—	39,8	—	—			
14	<i>Betula verrucosa</i>	57,3	68,4	67,9	70,6	72,2	65,4	56,7	53,5	59,2	30,8	36,3	35,9	35,9	37,2	37,3	29,4	30,7	36,0	26,5	32,1	32,0	34,7	35,1	28,1	27,3	22,8	23,2	46	47	53	53	49	48	48	43	39	0,16	0,12	0,13	0,11	0,05	0,14	0,14	0,12	0,13	37,1	39,6	36,9	40,4	39,3	43,5	34,4	35,1	41,5	
15	<i>Sorbus aucuparia</i>	70,6	74,1	67,3	73,1	74,1	—	66,2	69,1	66,4	37,8	39,6	40,4	41,7	40,8	—	39,8	38,3	38,6	32,8	34,4	26,9	31,4	33,3	—	26,4	30,8	27,8	46	46	40	43	45	—	40	44	42	0,15	0,20	0,13	0,07	0,18	—	0,15	0,14	0,14	44,7	50,1	46,4	45,3	51,2	—	46,8	45,0	44,9	
16	<i>Salix nigricans</i>	68,4	70,6	68,1	68,2	67,8	—	57,6	62,2	59,6	37,1	40,3	43,6	41,6	40,7	—	37,2	38,4	37,6	31,3	30,4	24,5	26,6	27,1	—	20,4	23,8	22,0	46	43	36	39	40	—	35	38	37	0,09	0,14	0,09	0,09	0,14	—	0,12	0,10	0,15	40,7	47,2	44,6	45,8	47,4	36,1	42,4	52,7	45,3	
17	— <i>caprea</i>	62,2	—	59,7	51,1	—	53,6	48,8	53,5	53,9	34,3	—	35,2	33,3	—	28,1	24,8	31,6	33,7	27,9	—	24,5	17,8	—	—	25,5	24,0	21,9	20,2	45	—	41	35	—	46	49	41	38	0,13	—	0,08	0,08	—	0,14	0,12	0,11	0,11	39,5	—	35,5	35,3	—	34,2	28,3	35,5	37,9
18	— <i>alba</i>	56,2	—	—	—	—	50,1	52,8	53,9	51,2	27,3	—	—	—	—	27,4	27,2	27,4	30,8	28,9	—	—	—	—	—	22,7	25,6	26,5	20,4	51	—	—	—	—	45	49	49	40	0,13	—	—	—	—	0,15	0,16	0,12	0,12	31,8	—	—	—	—	32,3	32,2	30,1	35,1
19	<i>Aesculus hippocastanum</i>	65,6	68,8	65,1	68,4	61,6	—	58,2	54,2	59,9	33,0	32,9	33,4	35,6	34,0	—	31,3	30,1	31,6	32,6	35,9	31,7	32,8	27,6	—	26,9	24,14																													

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig ist
erschienen:

D e r B a u m.

Betrachtungen über Gestalt und Lebensgeschichte der Holzgewächse.

Von

Dr. Albert Wigand,

ausserordentlichem Professor an der Universität Marburg.

Mit 2 Tafeln Abbildungen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 12 Ggr.

Botanische Untersuchungen.

Von

Dr. Albert Wigand,

ausserordentlichem Professor an der Universität Marburg.

Mit 6 Tafeln Abbildungen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 12 Ggr.

Intercellularsubstanz und Cuticula.

Eine Untersuchung über das Wachsthum und die Metamorphose der
vegetabilischen Zellenmembran.

Von

Dr. Albert Wigand,

ausserordentlichem Professor an der Universität Marburg.

Mit 2 Tafeln Abbildungen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 12 Ggr.

Grundzüge der Anatomie und Physiologie der

v e g e t a b i l i s c h e n Z e l l e.

Von

Hugo von Mohl,

Doctor der Philosophie, Medicin und Chirurgie, Professor der Botanik an der Universität
zu Tübingen etc. etc.

Aus Rud. Wagner's Handwörterbuche der Physiologie besonders
abgedruckt.

Mit einer Kupfertafel und 52 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr.

Ansichten

über die

Bewaldung der Steppen des europäischen Russlands,

mit allgemeiner Beziehung auf eine

rationelle Begründung des Staatswaldwesens,

von

J. von den Brincken,

Ober-Landforstmeister für das Königreich Polen, Ritter vom St. Stanislaus-Orden zweiter Klasse,
ordentlichem Mitgliede der Kaiserlichen Gesellschaft der Naturforscher zu Moskau.

Mit Kupfern und Karten. 4. geh. Preis 2 Thlr.

Von demselben Verfasser ist ferner erschienen:

Th. Hartig. Ueber den Dünenbau am Meeresstrande und den Anbau der Sandschollen mit Holz. Berlin. Dunker und Humblot. 1831. 6 Ggr.

——— Ueber Verwandlung der polycotylen Pflanzenzelle in Pilzgebilde (Roth- und Weissfaule des Holzes). Berlin. Haude und Spener'sche Buchhandlung 1833. 8. 1 Taf. Abbild. $\frac{1}{2}$ Thlr.

——— Die Aderflügler Deutschlands. (Blattwespen und Holzwespen.) Dasselbst 1837. 8. 8 Taf. Abbild. 3 Thlr.

——— Forstliche Jahresberichte. Berlin. Foerstner 1837—39. 8. 1 Kupfert. $4\frac{2}{3}$ Thlr.

——— Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. 4. 104 Kupfert. und Holzschnitte. Berlin. Foerstner 1840 — 1851. 28 Thlr.

——— Theorie der Pflanzenbefruchtung. 4. 1 Taf. Stahlstich. Braunschweig. Vieweg 1842. $1\frac{1}{2}$ Thlr.

——— Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzelle. 8. 1 Taf. Abbild. Berlin. Foerstner. 1843. 12 Ggr.

——— Leben der Pflanzenzelle. 4. 2 Taf. Abbild. Dasselbst 1845. $1\frac{1}{2}$ Thlr.

——— Bestand und Wirkung der explosiven Baumwolle. 8. 1 Taf. Abbild. Braunschweig. Oehme und Müller 1847. 8 Ggr.

——— Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche. 4. Holzschnitte. Berlin. Foerstner 1851. 2 Thlr.

——— Forstwirthschaftliche Controversen (die Taxationssysteme H. Cotta's und G. L. Hartig's). 8. Braunschweig. Vieweg 1853. 12 Ggr.

G. L. Hartig und Th. Hartig forstliches Conversations-Lexicon. 8. Berlin. Nauck 1836. 5 Thlr.

——— Lehrbuch für Förster. Neunte Auflage. Stuttgart. Cotta. 1851. $4\frac{2}{3}$ Thlr.

——— Lehrbuch für Jäger. Siebente Auflage. Dasselbst 1852. 4 Thlr.

——— Kubiktabellen. Siebente Auflage. Berlin. Nicolai. 1853. $2\frac{1}{4}$ Thlr.

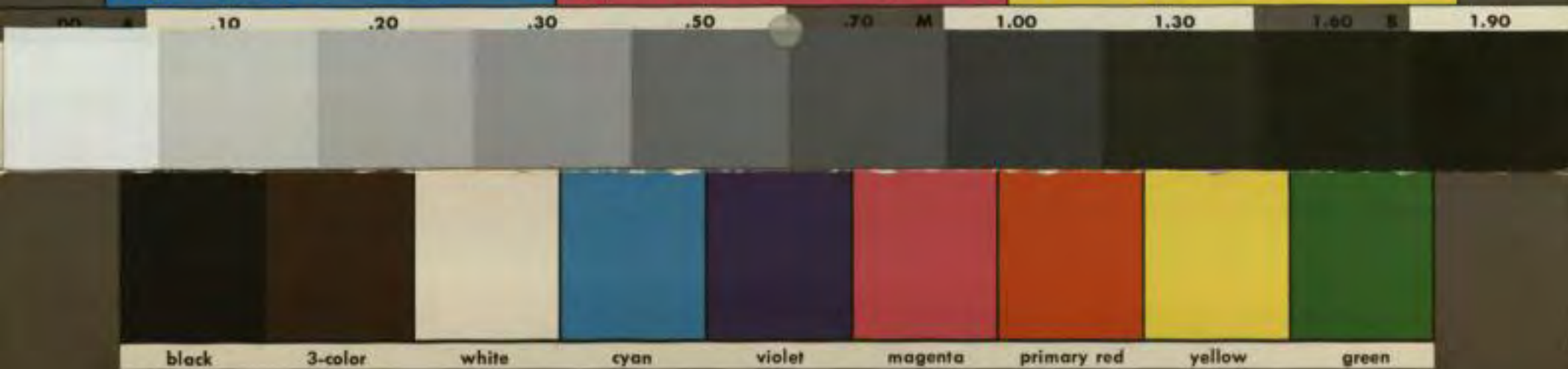




KODAK GRAY SCALE



C	Red-Filter Negative	Cyan Printer	M	Green-Filter Negative	Magenta Printer	Y	Blue-Filter Negative	Yellow Printer
----------	---------------------	--------------	----------	-----------------------	-----------------	----------	----------------------	----------------



KODAK COLOR CONTROL PATCHES

These colors have been selected as representative of those inks commonly used in photomechanical reproduction.

